中国医学百科全书

第1卷

预防医学

中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

上海科学技术出版社

(沪)新登字 108 号

封面设计　任　意

中国医学百科全书

预防医学

上海医科大学　主编

上海科学技术出版社出版

（上海瑞金二路 450 号）

新华书店上海发行所发行　上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092　1/16　印张 61　插页 5　字数 2210000

1991 年 12 月第 1 版　1991 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—3,000

ISBN7-5323-2615-2/R · 790

定价　47.00 元

序

出版《中国医学百科全书》是发展我国医药卫生事业的一项基本建设，也是我国医学界的一项重大历史使命。60年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。百科全书是当代世界各国公认的知识密集型参考书的最佳形式，是反映一个国家科学文化水平的窗口。系统、全面地编写符合中国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书在我国还是第一次。这是我国医学卫生知识领域建设中规模最大的一次系统工程和首创性事业。要办好这样庞大的系统工程，需要各方面的通力协作和热情支持。

《中国医学百科全书》自1978年开始筹备和成立编委会以来，在党中央、国务院和卫生部的领导和支持下，组织了全国中西医药专家和中青年骨干约四千余人，在继承发扬祖国医学和现代医学科学技术的基础上，总结各自的科研成果和实践经验，为共同编写好这部具有中国医学特色，代表中国医学科学水平的百科全书，进行了坚持不懈的工作。历经十余载，《中国医学百科全书》分卷本93个分卷终于陆续问世，赢得了读者好评。全书简明扼要，内容新颖可靠，体现了全、精、新、准、便等特点，对广大医药卫生人员，包括医药院校师生、研究生，从事临床和预防工作的各科医生，预防保健工作者，以及广大基层医务工作者，都有较高的参考价值。

《中国医学百科全书》的编纂和出版，是一项长期的、连续

的、系列性的巨大工程。计划分两步走:先按学科专业撰写分卷本,然后在此基础上改编出版综合本。1984 年 12 月召开的厦门会议,开始就综合本的编纂原则和组织准备进行酝酿。1985 年 11 月在上海召开的编委工作会议上决定:要求综合本具有更高的质量,高度的思想性与科学性,全面而精确地反映出我国中西医药科学的重要内容和世界医药科学发展的最新成就;并在分卷本的基础上,着手编纂出版综合本。综合本分五部:《中医学》由中国中医研究院主编;《军事医学》由中国人民解放军军事医学科学院主编;《预防医学》、《基础医学》和《临床医学》由上海医科大学主编。综合本的编纂是以分卷本条目内容为重要材料,进行综合、改写、移植、新增,在条目结构和编写体例上有所改革和创新,以避免重复、补充遗漏、更新内容,统一体例,使综合本和分卷本这两种版本各具特色,长期并存,以满足读者的不同需要。

综合本的主要读者对象,仍是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员。条目编排,以知识体系分类为主,附有字顺索引,使可读性和可查性结合,兼具检索查阅和辅导自学的双重功能。文字叙述力求言简意明,深入浅出,主要介绍基本概念、重要事实、科学依据、技术要点和肯定结论。总体设计力求结构合理,简明实用,体现综合性、整体性和简明性。

《中国医学百科全书》综合本的编写出版是一项承前启后、继往开来的事业,这对发展我国医药卫生事业,推动社会主义精神文明建设,将会发挥它应有的作用。由于涉及面广,工作量大,缺点错误在所难免,希望广大读者批评指正。

钱信忠

1991 年 8 月

中国医学百科全书

预防医学

上海医科大学主编

▨

《预防医学》编辑委员会

主　　编　顾学箕

副 主 编　陆培廉　俞顺章

编　　委　（按姓氏笔画为序）

卢纯惠　严文钰　李婉先
张国栋　张照寰　欧阳佩英
金锡鹏　胡善联　洪传洁
姚志麒　顾杏元　蒋慧惠
蔡文玮

学术秘书　卢纯惠（兼）
欧阳佩英（兼）

特约编委　刘世杰　杨铭鼎　徐苏恩
蔡宏道

主要编写人员　（按姓氏笔画为序）

于传鑫	王卫平	王文瑛	王曾遂	王燮华	卢纯惠	叶　露
叶克龙	叶顺章	史　军	从树樾	冯玲英	朱人烈	朱关珍
朱乃苏	朱宝铎	宋锡英	华　颖	华嘉增	邬锦文	庄依亮
刘玉秀	刘世杰	刘佩莉	刘湘云	江文德	汤一苇	汤双振
严文钰	李　宁	李九如	李干之	李子华	李介祚	李经纬
李洁萍	李婉先	连惟能	何晓明	汪　士	汪　玲	沈　杰
沈福民	宋伟民	张国栋	张德玮	张振钧	张惜阴	张照寰
张瑞稔	陆培廉	陈　洁	陈仲武	陈啟明	陈明光	陈秉衡
陈俊康	陈楚良	陈惠贤	邵长庚	邵玉芬	邵德耀	林子华
林慧芬	欧阳佩英	卓品如	易企龙	金丕焕	金祝颐	金锡鹏
周国栋	周敏君	郑怀美	郑慕时	项　政	赵京华	郝　模
胡善联	柳启沛	俞顺章	施乃怡	姜庆五	洪传洁	姚中本
姚志麒	袁鸿昌	袁耀萼	顾　芳	顾乃谷	顾杏元	顾学箕
钱　序	钱文娣	钱信忠	倪仁宝	徐文严	徐业华	高尔生
郭志平	唐盛辉	黄　杰	黄湘宁	梅人朗	曹开宾	曹素华
龚幼龙	崔济生	梁友信	董恒进	蒋泽栋	蒋慧惠	舒宝刚
程晓明	傅　华	靳培英	鲍国华	赫宗玉	蔡文玮	蔡金文
潘　霖	薛崇德					

有关分卷本主要编写人员

（按姓氏笔画为序）

丁训杰	丁芝英	丁道芳	于永中	于守洋	于骏光	于得汶
万作根	王　朱	王　莹	王大琬	王子石	王仁安	王少光
王秀贞	王世中	王世俊	王代金	王传文	王守辰	王兴邦
王均乐	王连生	王英华	王贤珍	王吕华	王绍汉	王益鑫
王菊华	王雪苔	王焕葆	王淑贞	王淑芬	王曾遂	王瑞芳
王瑞淑	王锡周	王黎华	王鑑清	王彩兰	尤振洲	卞度宏
方玉兰	尹德铭	邓　址	甘卉芳	卢纯惠	卢国程	叶广俊
叶应妩	叶宗茂	叶恭绍	叶葶葶	叶舜华	田凤调	史　军
史志澄	史秉璋	史奎雄	白贵均	冯兆良	冯玲英	冯树模
宁　广	邢　权	邢文庭	过基同	吕姿之	吕维柏	刚葆琪
朱　潮	朱人烈	朱成璞	朱国栋	朱敖荣	朱振华	朱振岗
朱继佩	朱清华	乔树民	任　恕	任引津	任炽安	华嘉增
仰庆惠	邬惠琼	刘　毅	刘冬生	刘光铨	刘志诚	刘杏英
刘昌汉	刘秉勋	刘佩莉	刘育京	刘梓荣	刘瑞璋	刘毓谷
刘镜愉	庄　辉	庄汉澜	江　鱼	江晦鸣	汤双振	汤旦林
汤圣希	许世瑾	许淑莲	孙礼基	孙尚韬	孙棉龄	孙瑞元
纪云晶	苏炳华	严　玥	严文钰	杜乐勋	杜宇鹏	杜佩英
杜养志	杨　光	杨　杰	杨文敏	杨在昌	杨学志	杨宜弟
杨建伯	杨树勤	杨润生	杨敬文	李　枫	李　姓	李　慎
李九如	李下之	李天霖	李介祚	李亚璋	李寿祺	李泽英
李学成	李宝文	李经纬	李拯民	李效基	李婉先	李超进
李蕴珍	连惟能	吴一鹗	吴力群	吴圣楣	吴宇芬	吴安然
吴英恺	吴厚章	吴祖德	吴校岐	吴振球	吴淑熙	吴熙瑞
吴德生	邱志芳	何大卫	何廷尉	何观清	何尚浦	何原文
何傲德	何善元	何慧德	余　濒	余亚纲	余秀珍	余莺雏
余章凤	汪　士	汪启琳	汪宗越	沈　安	沈　焱	沈　榆
沈治平	沈惠麒	沈鼎鸿	沈福民	宋连仲	宋鸿钊	宋增仁
张木千	张孔来	张书珍	张冰浣	张丽珠	张茂玉	张明昭
张国栋	张国高	张忠恕	张荫亭	张惜阴	张照寰	张福瑞
张德玮	陆守曾	陆其明	陆宝麟	陆定中	陆美芳	陆培廉
陆湘云	陈　洁	陈文珍	陈水锦	陈玉民	陈仲武	陈志远
陈启明	陈昌杰	陈秉衡	陈炎磐	陈学敏	陈逢春	陈炳卿
陈宪松	陈祖琼	陈海峰	陈寅卿	陈新谦	邵　强	邵玉芬
范廉洁	林秉乐	林菊英	林琼芳	卓大宏	金丕焕	金宝善

金祝颐	金锡鹏	周　崑	周　德	周永林	周启源	周寿祺
周郅隆	周健英	周敏君	周葆珍	周韫珍	周德林	庞长风
郑武飞	郑慕时	宓哲伟	孟昭慧	赵　融	赵有业	赵金铎
赵增翰	胡　琳	胡天锡	胡汉昇	胡克成	胡克震	胡更新
胡诞宁	钟润先	钮式如	保毓书	俞　政	俞小莲	俞天骥
俞顺章	俞锡璇	施人瑞	施正信	施寿康	姜　槐	姜顺昌
洪　江	洪　啟	洪传洁	祝绍琪	姚风一	姚安子	姚志麒
姚芳蔚	姚祚嵩	姚绮玲	耿贯一	袁耀萼	贾同彪	夏元洵
夏世均	夏立人	顾杏元	顾学箕	顾美礼	顾祖维	顾惠心
顾锦心	顾慎为	顾德鸿	钱信忠	钱建明	倪　璇	徐　澄
徐文倩	徐伟庆	徐苏恩	徐承静	徐瑞和	翁惟楷	凌瑞珠
高匡真	高良文	高国强	郭　迪	郭节一	郭永明	郭树春
郭泉清	唐锡麟	涂　瀛	诸福棠	谈行健	陶　志	陶　稔
陶桓乐	萧传芳	萧辉乾	萧碧莲	黄小兰	黄正南	黄世文
黄作能	黄幸纾	黄敬亨	黄祝玲	黄德珉	梅人朗	曹荃荪
曹润瑶	曹斌融	曹群立	龚　纯	龚梓初	盛伯梁	常德华
崔可英	崔应琦	符式珪	章恩美	盖宝璜	梁友信	梁浩材
彭泰瑶	彭恕生	彭崇信	董　情	蒋学之	蒋家满	蒋野萍
蒋豫图	景厚德	傅　鑫	傅一诚	傅一鑫	傅兴生	傅慰祖
曾尔亢	曾守仁	谢少文	詹承烈	阙冠卿	赫宗玉	赫梅生
蔡体强	蔡宏道	蔡荣泰	蔡滇生	廖文雅	阙冠卿	谭同大
翟为雷	颜　纯	潘广成	潘顺昌	潘菊芬	薛　培	薛邦祺
薛寿征	戴旭东	魏承毓				

参加《预防医学》综合本编辑工作主要人员

（按姓氏笔画为序）

叶　宏	刘素慧	杨又才	杨振球	应小雄	宋宝森	张　帆
郑中耀	饶平如	俞克忠	郭美琳	鲍国华	戴常栎	瞿世英

参加分卷本编辑工作主要人员

（按姓氏笔画为序）

王德勋	叶　宏	史伊凡	刘素慧	杨振球	杨钰华	宋宝森
陆义群	李承禧	郑中耀	柯如仙	饶平如	俞克忠	唐雪琴
郭美琳	鲍国华	樊　雯	瞿世英			

编写说明

古代医学中,在治疗病人的同时,提出上医治未病的预防思想。自19世纪以来,又强调了人群中传染病的防治。1948年世界卫生组织成立后,医学又进一步以健康为目标,而服务对象又从个体到人群,进一步扩大到全人类。总结40余年来实践经验,可以把医学的功能,概括为"促进健康,预防疾病以及治疗和康复"。全面发挥医学的功能,在于把医学科学的基础医学、临床医学和预防医学结合起来,协调发展。

生老病死是人类在地球上生存的必然过程。所谓预防疾病,从现有的科学水平来说,不仅意味着预防一些可防的疾病,如某些已有特异预防方法的传染病、寄生虫病和地方病,人为的疾病,意外伤害和由于不良生活方式所致的疾病,还应阐明病因或致病因素,做到促进健康,改变不良的生活方式。

预防医学具有两个概念:狭义的预防医学是一门独立的学科,以"环境—人群—健康"为模式。广义的预防医学具有更广泛的概念,它还涉及了医学以外的有关学科,如社会学、心理学、工程学、环境科学和管理科学等,因此实际上它已超越了医学的范畴,属于"大卫生"的概念,当然亦包括了公共卫生的组成内容。故本书定名为《预防医学》,实际包含了公共卫生等其他有关学科。

本书从广义的预防医学出发,包括了八个部分,共869个条目,即:总论,影响健康因素,研究方法,卫生事业管理,疾病控制,卫生评价,计划生育,以及人群保健措施。这八个部分除全面介绍预防医学和公共卫生的各分支学科以及卫生事业的发展、卫生标准和卫生法规外,从生物、化学、物理、社会、心理等病因和机体与环境等引起疾病的三大环节出发,阐明了影响健康和导致疾病的生物一社会一心理因素。同时亦介绍了流行病学、卫生统计学以及环境和人群健康状况的研究方法;叙述了卫生事业的宏观管理内容和卫生学评价方法;阐述了人群各年龄阶段促进健康和预防疾病(保护健康)的措施。本书把预防医学和公共卫生内容进行了较全面和概括的叙述。保护环境和计划生育是中国两大基本国策。保护环境措施已包括在上述内容中,计划生育则另列一部分。这些内容不仅适用于广大从事医学教育和预防保健工作者,对于临床医务工作者,也是继续学习和参与预防保健工作所必需的知识。书末还附有四个附录、略语检索和字顺索引,便于读者查阅。

在已经出版的医学百科全书分卷本中,涉及预防医学和公共卫生的内容分散在十余册中。综合本

的编写在国内尚属首次，根据要求，综合本是在各分卷本的基础上进行编写的。因此在编写各条目的过程中，综合本综合、移植或改写各有关分卷本的部分内容，并弥补了各分卷条目中的不足。例如，对于"预防医学"、"公共卫生"、"健康"的概念没有包括在任一分卷本中，本书则进行了叙述；又如卫生事业管理已成为专门学科，本书中结合中国国情尽量予以充实；流行病学原理和方法已广泛应用，本书中作了比较详尽的阐述，以便读者阅读后可以应用。诸如此类，本书注意了分卷本条目内容的重新组合、更新增添或删减。由于分卷本按各专业学科编写，因此其内容更为深入、全面，对于从事某方面专业工作的同志，仍然需要查阅，这是两种版本共存的缘由。

本书错误之处，尚希各读者给予指正。

《预防医学》编辑委员会

1991 年 6 月

《中国医学百科全书》编辑委员会

目录

总论

影响健康因素

研 究 方 法

卫生事业管理

疾病控制

卫生评价

计 划 生 育

人群保健措施

附 录

总　论

预防医学与公共卫生

预防医学

预防医学(preventive medicine)是人类在与疾病斗争过程中，从医学科学体系中分化出来的一门独立学科。在医学的发展过程中，预防医学经历着以个体—人群—人类为对象的三个阶段。预防医学以人群为主要研究对象，用预防为主的思想，针对人群中疾病的消长规律，采用基础科学、临床医学和环境卫生科学的理论和方法来探查自然和社会环境因素对人群健康和疾病作用的规律；应用卫生统计学和流行病学等原理和方法，分析环境中主要致病因素对人群健康的影响，以制定防治对策；并通过公共卫生措施(见"公共卫生"条)，达到促进健康和预防疾病、防制伤残和夭折的目标。因此，预防医学作为一门综合学科，是由环境卫生科学、卫生统计学、流行病学和社会医学等学科的基本观念、知识和技能组成。

有关预防医学的思想早在公元前8—前7世纪已经形成，如《易经》中提出："君子以思患而豫防之"(豫同预)。《黄帝内经》提出："圣人不治已病治未病"。国外亦有类似的思想，如希波克拉底(公元前460—前377年)关于环境与疾病关系的论述。到19世纪，路易斯·巴斯德(1822—1892年)曾对他的学生讲过，与疾病斗争，他从没想要找出一个治疗方法，而是想找预防的手段。因此预防医学在启蒙阶段首先从个人卫生开始，强调个人摄生，即属于个体预防。

自17世纪发明了显微镜后，人类开始认识生物病原。至19世纪末到20世纪初，从战胜天花、霍乱、鼠疫、白喉等烈性传染病的经验中，逐渐认识到仅从个体预防疾病的效益不高，必须以人群为对象实施预防，其方法除个人摄生之道外，还需采用免疫接种、隔离检疫、消灭病媒动物、垃圾粪便处理、食物及用水的安全等措施，把个人卫生扩大为群体(公共)卫生，个体预防扩大到群体预防。这是医学史上第一次卫生革命。但当时的预防主要针对生物因素，因此属于生物医学模式。

1948年世界卫生组织成立，其宪章对"健康"下了定义(见"健康"条)，使预防医学的目标进一步明确。半个多世纪以来，传染病死亡率下降，但慢性和退行性疾病的死亡率却相对增多。研究这一变化的过程，使人们认识到：①在现代医疗手段如磺胺、抗生素药物发明之前，急性传染病得到某些控制下降，是由于人们注意到改善营养、安全供水和改善环境的结果。②慢性病如心血管病、肿瘤等，使人们在经济上蒙受巨大损失，身心上遭受很大痛苦，后期治疗虽然可给病人一些裨益，但若早期预防，可避免或推迟难以修复的机体损害。③发达国家已有的经验，特别是预防疾病的动态经验，值得发展中国家借鉴。如营养不良与人群对许多传染病易感性有关，而营养过度则与冠心病增多有关；劝阻吸烟可以同时防止几种慢性病等。要降低和减少影响人类健康和寿命的慢性病的发病，应针对其发生的主要危险因素，即个人行为、生活方式、心理和社会因素。于是传统的生物医学模式转向生物—心理—社会医学模式，并提出加强健康教育和预防疾病的三级预防概念(见"三级预防"条)。这就是60年代的第二次卫生革命。

预防医学的观念、理论、方法和技术来源于人类与疾病斗争的经验总结，并在实践中获得充实、发展和提高。在实践过程中它常与临床医学互相联系，相辅相成。在临床医学中，根据三级预防原则，每一个体的治疗和康复，无不包含着预防的成分。因而医学教育中，编著了《预防医学》教材并专设预防医学一门课，作为医学系学生的必修课，并为在职医务人员继续教育的内容。预防医学又常与公共卫生并提，一方面是由于预防医学是公共卫生工作的主要理论依据，另一方面，具有社会性的公共卫生工作实践又为预防医学不断补充新的内容。

预防医学的基本研究方法是调查分析，在调查分析的基础上提出预防策略和措施，调查分析需采用现场观察和实验研究两类手段。现场观察用统计学和流行病学方法面向人群，着眼社会，包括生态学和其他相关研究。实验研究包括经典性的基础医学实验研究；模拟现场情况，利用动物模型、细胞离体实验、整体动物急、慢性或亚急性试验等，以阐明各种因素的病因作用和原理，探索可能的预防方法。另一类现场实验研究，包括非随机的集团实验，如饮水中加氟预防龋齿；以及随机的临床实验，如化学药物预防流行性感冒的随机、双盲和对照实验。

公共卫生

公共卫生(public health)是以预防医学的观念、理论和技能为基础,针对预防疾病、促进人群健康而采取的社会性实践的总称。这些社会性实践常称为公共卫生措施。公共卫生措施常需要结合医学以外各种学科的知识和技能,如环境科学、社会学、心理学、工程学、教育学、经济学、法学等来充实和提高它的知识结构和科学水平;还需要发动社会各方面各部门的力量来完成。因此,目前常用"大卫生观念"一词来概括公共卫生措施实现中必须动员社会各方面力量的概念。

随着17世纪欧洲工业革命的到来,人们开始从农村向城市集中,生产从作坊转向工场或工厂。由于居住密度快速增加,超负荷的劳动和营养不良,造成结核病的流行;饮水污染、粪便垃圾堆积、蚊蝇孳生,造成伤寒、痢疾和霍乱等的大流行;对儿童保健的忽视,使白喉、天花、百日咳、麻疹、小儿麻痹症等的发生连绵不断。针对这些传染病的猖獗流行,首先采取了环境卫生方面的改进措施,如饮水消毒、上下水道设置、垃圾粪便处理、控制蚊蝇孳生、改善居住条件等,从而逐步发展为现代的公共卫生。为了证明环境卫生措施的重要性和必要性,人们开始重视死亡、出生情况和人口变迁的研究,因此生命统计学成为公共卫生实践中的一个重要组成部分。为了控制疾病流行,流行病学的理论和方法又成为预防传染病不可缺少的手段。由于工业生产对环境的污染以及人们因改变生活方式所引起的疾病相对增加,使公共卫生的内容也日渐增加。

目前的公共卫生,通过有组织的社会力量将科学上的成就用来提高人民的健康水平,主要内容包括:①环境保护措施:水、食物(包括合理营养)、药品、化妆品、玩具、娱乐设备等的卫生管理;昆虫、鼠类及其他病媒动物的控制;环境污染,包括大气、土壤和水以及放射性污染的预防和噪声的控制;生产环境中有害物质的防制;国境检疫。②疾病防治:计划免疫;病患、伤残或早年夭折预防;传染病和寄生虫病,营养不足或过度;行为失常包括吸烟、酗酒、滥用药品、不正常死亡;精神疾患包括痴呆,过敏反应性疾病,急慢性非传染性呼吸道疾病,肿瘤和心血管疾病,代谢性疾病,某些遗传性疾病、和职业有关疾病,家庭、交通和工业意外伤害,牙齿疾病的防治;妇女生育,儿童生长发育以及计划生育等;疾病筛检如防癌、防痨检查等;急救医学服务的推动和改进。③卫生保健措施:有关促进健康的活动,体育锻炼及体力适应;生命统计资料的收集、保管、分析和利用;个人及社会公众的健康教育;制订全面的卫生规划及评价方法;卫生服务研究的技术及管理;制订卫生法规和卫生标准;卫生人员的继续教育和中级人员的培训。以上内容可概括为四大类,即预防性卫生服务,保护人群健康,促进人群健康及卫生管理研究。

上述四个方面内容,由国家职能机构统筹组织,以预防为主为指导思想,依靠四方面力量全面贯彻:①卫生部门的力量:中国由卫生部、各省市自治区卫生厅(局)、各县卫生局负责领导、组织广大医务卫生人员,执行卫生立法和卫生标准,贯彻预防为主的方针。②卫生部门以外各部门的力量:如城乡建设部、环境保护局、劳动保护部、农业部、各工业部、教育部以及计划生育委员会等各职能部门的合作。③各种群众组织,如工会、医学会、抗痨、防癌、吸烟与健康协会等方面的联合行动。④人人参与卫生保健,首先是使群众提高文化教育和卫生知识水平,懂得运用已有的科学知识,增强自我保健意识,同时要有高尚的社会道德,遵守公共卫生。

在WHO(世界卫生组织)的全球战略目标的推动下,公共卫生已成为全人类的行动。1980年全球消灭了天花以后,目前正通过初级卫生保健的工作方式,争取达到"2000年人人享有卫生保健"的宏伟目标。

中国卫生工作原则

中国共产党历来关心人民疾苦,把保护人民健康的任务规定在党的各个历史时期的纲领中。新中国成立后不久,1950年8月,第一届全国卫生会议根据长期以来党领导下人民卫生工作的丰富经验和光荣传统,提出了中国卫生工作的三项原则:面向工农兵,预防为主,团结中西医。1952年12月第二届全国卫生会议总结了爱国卫生运动的实践经验,提出了卫生工作的第四项原则:卫生工作与群众运动相结合。这四项原则是中国医药卫生人员和广大人民群众开展各项卫生工作的准则和指针,总称为卫生工作原则(principles of health services)。

面向工农兵 这一原则体现了中国卫生事业的立场和出发点。旧中国经济极度落后,人民生活贫困,医疗机构和卫生人员非常缺少,而且大部分集中于城市,主要为官僚、买办和地主资本家服务,因此传染病广泛流行,人民健康水平低下,长期来被称为"东亚病夫"。面向工农兵这个原则从根本上扭转了卫生工作主要为少数人服务的局面,明确规定卫生工作必须为广大人民群众服务,为生产服务,为社会主义建设服务。开展卫生工作必须从全国人民出发,在经费分配、机构设置、人员培养、物资装备等各方面,统筹兼顾,全面安排。在搞好城市、工矿卫生工作的同时,特别强调广大农村、牧区、少数民族地区和边远地区卫生事业的发展。各类医疗卫生机构的规章制度、工作方法都以面向群众、方便病人为原则。全体医务人员要加强医德修养,全心全意为人民服务。要摆正卫生和生产的关系,实行"卫生为生产、生产讲卫生",在发展生产的基础上发展卫生事业,搞好卫生工作。卫生工作的目的是保护最重要的生产力要素——人的健康,促进生产的发展。社会主义建设事业包括物质文明建设和精神文明建

设两个方面。卫生工作是精神文明建设的重要内容。因此要广泛开展卫生宣传教育，提高广大人民的卫生知识水平，使讲究卫生、保护健康成为群众的自觉行动。

预防为主 在中国，预防为主的含义，不仅是预防传染病，更重要的是要在国民经济逐步发展的条件下，国家采取各种综合措施来不断增进人民健康，预防和消灭疾病，延长人的寿命。这既符合社会主义基本经济规律的要求，又是社会主义人道主义的具体体现。

在中国，医学历史上很早记载了疾病可以预防的思想，把预防疾病看作是医生的美德，提出了各种摄生方法，主动地保护身体健康，以抵抗各种外界因素的侵害。在中国人民革命的斗争史中，预防为主的思想得到了进一步发展。在革命战争时期，尽管当时物质条件有很大的限制，还是因地制宜地在军民中开展了清洁卫生活动，从而减少了疾病，提高了部队战斗力，保护了人民群众的健康。全国解放后，尽快改变旧中国遗留下来的不卫生状况，保护和增进人民健康，提高生产力，这不仅是卫生部门的任务，而且也成为全国各部门的共同任务。

医疗卫生工作要在预防为主原则指导下，做到防治结合。预防工作不仅是卫生防疫部门的任务，也是医疗机构和全体医务人员的任务。在医疗工作中要力求早期诊断、早期治疗，避免疾病由轻转重或传给他人；特别要努力发现和及时治疗各种潜在的或隐匿的疾病。要在群众中广泛开展健康教育，提高健康的生活方式，注意精神心理卫生，从小养成卫生习惯，开展体育锻炼和健身运动，增强人民体质，提高防病能力，这是预防工作的基础，也是贯彻预防为主原则的根本措施。

团结中西医 中国共产党从保护全国广大人民群众的健康出发，为正确处理中医和西医的关系，制订了团结中西医的原则。它的实质是：认真贯彻党的中医政策，加强卫生队伍的团结，充分发挥中医、西医和中西结合医的力量和作用，继承和发扬祖国医药学的宝贵遗产，中西医逐步结合，推进医学科学现代化。中国人民在长期与疾病作斗争的过程中，积累了丰富的知识和经验，形成了中国独特的医药学体系，它对中华民族的生存和发展作出了巨大的贡献。近代西方医学传入中国后，百多年来，在中国就存在着传统医学和西方医学两种不同的医学体系，也存在着掌握这两种不同体系的医药卫生人员——中医和西医。西医运用西方医药学的知识和技术来防病治病，中医则运用中国传统医药学的知识和经验为人民健康服务。建国以来，在贯彻党的中医政策过程中，又培养了一批既懂中医又懂西医的中西结合医。无论是中医、西医，还是中西结合医，都是中国防病治病的重要力量。必须团结新老中西各部分医药卫生人员，组成巩固的统一战线，为开展伟大的人民卫生工作而奋斗。

正确处理中国传统医学和西方医学的关系，应该根据马克思列宁主义、毛泽东思想的基本原则，从科学发展的规律出发，树立实事求是，严肃认真的科学态度和作风，防止和反对歧视中医、排斥中医的思想，同时也要防止保守的倾向。医学科学同其他自然科学一样，是人类劳动的产物。人类在劳动过程中不断地和疾病作斗争，随着斗争经验的逐步积累，就由浅到深，由片面到全面地认识了疾病的现象、性质和内在联系，获得了预防和治疗疾病的知识，即医学科学知识。医学科学知识是随着生产发展和人民需要的不断提高而逐步向前发展的。科学是有继承性的，继承、发扬、整理、提高，不仅是可能的，而且合乎科学的发展规律。中国传统医药学有数千年的历史，是中国人民长期同疾病作斗争的极为丰富的经验总结，是一个伟大的宝库。西方医学是随着现代科学技术发展起来的，是现代科学的重要组成部分。这两种医学都有各自的理论体系和宝贵经验，各有所长，也各有所短，应当相互取长补短，这是结合的基础。因此，既要认真学习现代自然科学，包括医学的新理论、新技术、新方法、新成就，努力发展和提高现代医学的科学技术水平，同时还必须努力继承和发扬中国传统医药学遗产，运用现代科学的知识和方法加以研究、整理、发掘，去粗存精，去伪存真，把它提高到现代科学的水平。中西医协调发展，相互结合，经过长期广泛的实践，必将达到更高的科学水平。

卫生工作与群众运动相结合 这项原则是党的群众路线在卫生工作中的具体体现，是开展中国卫生工作的根本方法之一，也是人民卫生工作的光荣传统。这项原则包含两个方面的意义：一方面是相信人民群众能够自己解放自己，能够依靠自己的力量和自己的不卫生习惯作斗争；另一方面，认为开展卫生工作必须采取从群众中来到群众中去的工作方法。

中国共产党领导的革命事业之所以能取得胜利，是由于相信人民群众要得到解放，必须依靠人民自己的力量，由人民群众自己起来解放自己。卫生工作也是一样。新中国建立后，随着物质文化生活的逐步提高，人民群众对改变自己的健康状况，增强体质的要求也就越来越迫切。医药卫生专业人员是防病治病的骨干力量，但单单依靠专业人员还不能从根本上改变中国的卫生面貌，只有专业人员作为行政领导的参谋并将卫生知识灌输给群众，与广大群众相结合，由人民群众自己起来作斗争而获得的果实才是最巩固的。卫生工作的方针政策和各项措施，都必须从群众中来，到群众中去，集中群众的合理要求和正确意见，采取综合措施，再回到群众中去实行，并向群众进行必要的解释和说服教育，这是认识现实和变革现实的过程。因此，开展卫生工作必须扎扎实实，实事求是，不能脱离国家的经济水平和人民的生活水平，以大卫生的观念，用卫生服务和卫生监督两种手段保障全民的健康。

经过 40 年的实践检验证明，卫生工作四项原则是正确的，其精神必须坚持，但不同时期的工作方针一般都有阶段性，应当从实际出发，有所发展并重新表述，以体现现阶段卫生发展的特点，促进事业发展。现把四项原则发

展为五个短句，即“贯彻预防为主，依靠科技进步，动员全社会参与，中西医并重，为人民健康服务”（摘自中华人民共和国国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划纲要）的卫生工作方针。

健康

健康（health）不仅是指没有疾病或身体虚弱，而且要有健全的身心状态和社会适应能力。这是世界卫生组织的宪章中给健康下的定义。一个人只有在躯体健康、心理健康、社会适应良好和道德健康四方面都健全，才是完全健康的人。健康一词的概念是随着医学发展而逐步深化的。最早仅认为无病就是健康。这一概念到本世纪30年代就被否定，而代之以健康意味着结实的体格，具有完善的生理功能并充分地发挥其作用。近年来世界卫生组织对健康的定义更为完整，已被大多数学者所接受。

健康是一个动态的概念，在日常生活中影响一个人健康的因素，是随时随地存在的。一般认为损害了健康，意味着疾病（disease），但疾病可以是隐藏在身体内的缺陷或功能不全，一旦表达出来，才有症状和体征，使人感到不适或痛苦，这就称为病患（illness）。一个人潜伏着某一种内在缺陷，虽然表面健康尚不构成病患，但在特定条件下即可发病。健康与疾病在特定条件下可以共存，而与病患则不能共存。因而“健康”与“不健康”仅是相对的。“防患于未然”是人们的经验和认识的总结，预防疾病是医学发展的必然趋势。

健康是一个极为复杂的现象，它由四个方面组成：①一般的安宁状态，可以过正常生活和生产劳动。②自我感觉良好，发自内心感觉上的健康是健康的基准，较本人所处环境对健康影响更为重要。一个残疾者虽然外表上异于正常人，但主要器官还在正常范围；且能够按自己的特点克服种种困难，做不少为人民有利的贡献，与一个临床上健康者，而终日抑郁寡欢者相比，前者可属于健康范畴，而后者则实际是有病患者。③个体对环境中各种因素的调节和适应能力，有此能力者为健康，否则即属于病患。④能使其功能获得充分效益（生产力）。

最近世界卫生组织又提出了衡量人体健康的10条具体标志：①精力充沛，能从容不迫地应付日常生活和工作。②处事乐观，态度积极，乐于承担责任。事无巨细不挑剔。③善于休息，睡眠良好。④应变能力强，能适应各种环境的变化。⑤对一般感冒和传染病有一定抵抗力。⑥体重适当，体形匀称，头臂臀位置协调。⑦眼睛明亮、反应敏锐，眼睑不发炎。⑧牙齿清洁、无缺损、无疼痛，齿龈颜色正常、无出血。⑨头发光泽，无头屑。⑩肌肉、皮肤富弹性，走路轻松。

从以上有关健康的概念和条件，对个人来说，容易被理解，但社会适应上的完美状态则容易使人迷惑。正常的社会交往，使人不感到孤独，态度乐观，是精神生活中的营养。而且有健康的社会交往的人，必须对其家庭和社会有积极的贡献。例如做父母的能够承担家长的义务、子女尊敬其父母，是社会健康的表现；而不尽职的父母，例如虐待儿童，或子女虐待老人，则构成了社会性的疾病。

由于与预防医学有关的各个学科的发展，现在认识到健康受下列四个主要因素的影响：①环境因素：除了生物因素外，同时有物理、化学、社会、经济、文化等因素。②生活方式：包括营养、风俗习惯、不良嗜好（吸烟、酗酒）、交通工具（如发展汽车工业所带来的车祸）、体育锻炼，精神紧张。③卫生服务：社会医疗卫生设施和制度及其利用。④生物遗传因素。这四个因素相互依存，其中环境对健康起重要影响，其次是生活方式、卫生服务；生物遗传因素虽占较小地位，但一旦发生与遗传因素相关的疾病，常具有不可逆的后果。这四个影响健康的因素，彼此又有相互依存关系。一个国家的人民健康水平，主要受到国家的经济和卫生事业发展的影响，同时还取决于居民的文化教育素质。国家的医学卫生发展，还需要其人民能否充分利用各种公共卫生设施，人人实行自我保健，才能实现全民健康水平的提高。所以保护健康和促进健康的各项措施，已远非单纯的医学任务。

初级卫生保健

保健是包括对急、慢性疾病的病人进行治疗在内的康复训练、普查疾病、促进健康、预防发病、预防伤残以及健康教育等一系列活动的总和。上述活动的广度和深度与一个国家的经济发展水平、文化教育水平直接相联系。就全体居民而言，首先应该得到的是初级卫生保健（primary health care）。初级卫生保健是指技术上适宜、学术上可靠而又为社会所接受的，通过个人、家庭与社会的参与，按自力更生精神，国家及群众能够负担费用的基本卫生保健。初级卫生保健是国家卫生体制的重要组成部分，也是实现“2000年人人享有卫生保健”（见“2000年人人享有卫生保健”条）的基本途径和关键。它是个人及家庭同国家卫生系统接触的第一个环节，也是卫生保健持续发展的起始点。由此可以认为初级卫生保健从需要来说是不可缺少的，从受益来说是人人能够享有的，从费用来说是能够负担的，从方法来说是适宜的，是由广大群众积极参与的卫生保健。

初级卫生保健的内容 初级卫生保健是针对当地群众中存在的主要卫生问题，提供保护健康（预防、治疗）的服务。其主要内容包括：开展针对主要卫生问题的预防控制方法的宣传教育；改善食品供应及适当的营养；提供安全饮用水及基本的环境卫生设施；开展妇幼保健及计划生育；对主要传染病的免疫接种；对地方病预防及控制；对常见病的妥善处理；基本药物供应等八项。1981年第三十四届世界卫生大会文件中对初级卫生保健八项内容中增加了使用一切可能的方法，通过影响生活方式和控

制自然和社会心理环境来预防和控制非传染性疾病和促进精神卫生，并将工业发展所产生的职业病、生活方式改变所致的慢性病，以及外伤、肿瘤的防治及精神卫生都包括在内。

搞好初级卫生保健的条件 需要具备下列条件：①除卫生部门外，需获得各有关方面的协作，特别是农业、畜牧业、工业、食品、教育、住房、交通等部门协作。②要建立连贯的、相互支持的转诊系统及技术指导系统，为群众提供全面系统的卫生服务，重点保证最迫切需要得到医疗照顾的人群。③要求最大限度地推动个人及群众参加卫生保健的规划、组织、工作及管理，充分利用当地的卫生资源，有目的地通过宣传教育以提高群众参与初级卫生保健的能力。④要发挥卫生系统中专业卫生人员的作用，还应该发挥传统医学及群众卫生人员，如保健员、卫生员及乡村医生的作用，经过适当培训使得他们能适应工作要求。

中国初级卫生保健的基本原则 ①卫生机构的合理布局：卫生机构应接近群众，使群众能够就近就医及时得到医疗照顾。要重视在边远地区、少数民族地区及贫困地区设立初级卫生保健机构，使群众能够享受基本的医疗保健服务。②社会参与：社区主动参与有关本地区卫生保健的决策。③预防为主：初级卫生保健的主要工作是预防和保健，而不仅是治疗工作。④应用适宜技术：即卫生系统中使用的方法和技术，应适合当地条件，并能被接受。⑤综合措施：卫生保健工作是初级卫生保健的重要内容，还要与营养、教育、饮用水供应及住房改善等计划相适应。

中国初级卫生保健事业 长期来中国努力建设基层卫生组织，解决缺医少药问题及大众卫生和爱国卫生，就其基本目的、要求、内容和方法来说，同初级卫生保健基本一致。近年来中国初级卫生保健工作有了进一步发展。从1980年起，在全国范围内开展了三分之一县卫生事业的整顿建设，促进了初级卫生保健事业。据1985年统计，经过整顿建设的县已达594个，占全国县总数的29%。近年来，遵照对外开放政策，中国政府同世界卫生组织、联合国儿童基金会、联合国开发计划署和世界银行等国际组织发展友好合作关系，先后建立6个初级卫生保健合作中心、6个农村卫生示范县，30个妇幼卫生示范县。在山东掖县，广东从化及上海嘉定等县多次举办初级卫生保健国际讲习班，介绍中国初级卫生保健的做法和经验。世界卫生组织在中国举办的"初级卫生保健区间讨论会"、"传统医学在初级卫生保健中的作用"及"初级卫生保健合作中心和农村卫生示范县年会"等活动，不仅推广了初级卫生保健的国际间合作交流，而且促进了中国初级卫生保健工作的发展与提高。

初级卫生保健是以个体的卫生服务在社区（城市及农村）、工矿、学校、政府部门等人群中实施，是预防和治疗相结合的基层服务体制。各级（省、县、区、企业卫生部门）的医疗、卫生防疫、妇幼卫生及其他专科防治机构，除本身的业务职能外，还应负辅导、转诊、人员培训之责，而基层单位也有责任按上层专业单位的要求完成所在单位人群健康的任务。预防保健工作中，提出"大卫生"的观念，关键还在于改进初级卫生保健的效能。如农村中发展乡镇工业，而乡镇工业中的预防保健工作，应列为乡镇卫生院执行本地区初级卫生保健的一项重要内容。

［附］ 中国"2000年人人享有卫生保健"最低限标准（以县为单位）

初级卫生保健指标	不同经济地区最低限标准*			
	贫困	温饱	宽裕	小康
1. 把初级卫生保健纳入县、乡（镇）政府工作目标和当地社会经济发展规划（%）	100	100	100	100
2. 县、乡政府年度卫生事业拨款占两级财政支出的比例（%）*	8	8	8	8
3. 健康教育普及率（%）	50	65	80	90
4. A. 行政村卫生室覆盖率（%）	90	95	100	100
B. 甲级卫生室占村卫生室比例（%）	30	50	70	90
5. 集资医疗保健覆盖率（%）	50	50	60	60
6. "安全卫生水"普及率（%）	60	70	80	90
7. "卫生厕所"普及率（%）	35	45	70	80
8. 食品卫生合格率（%）	80	80	85	85
9. 婴儿死亡率每五年递降百分比（%）	20	15	8	5
10. 孕产妇死亡率每五年递降百分比（%）	30	25	20	15
11. 儿童"四苗"单苗接种率（%）	85	85	90	95
12. 法定报告传染病发病率每五年递降百分比（%）	15	15	10	10
13. 地方病病区特定指标：地方病患病率每五年递降百分比（%）**	10	10	5	5

* 根据中国现行财政体制，该项指标由各级地方政府审定

** 为地方病病区"2000年人人享有卫生保健"规划目标的必列指标，其他地区不做要求

2000年人人享有卫生保健

"2000年人人享有卫生保健"（health for all by the year 2000，HFA）是一项以全人类卫生保健为宗旨的全球性卫生战略目标。该目标为1977年第30届世界卫生大会所提出，当时译为"2000年人人健康"。1978年阿拉木图国际初级卫生保健会议上，WHO确认实施初级卫生保健（PHC）是实现HFA的基本途径和关键。

中国政府已明确表示了对这一目标的承诺，并将HFA纳入中国社会经济发展的总体目标中，人人享有卫生保健的基本途径和基本策略是在全民中实施初级卫生

保健(见"初级卫生保健"条)。就人民群众而言,人人都有权享受初级卫生保健,人人都有义务参与初级卫生保健并为初级卫生保健做贡献。就卫生工作而言,实施初级卫生保健是为全体居民提供最基本的卫生保健服务,以保障与增进人民健康,提高全民族的身体素质。

HFA目标并不是指2000年时世界上每个人的全部疾病均能受到治疗,而是指人们将运用比现在更好的方法去预防疾病,去减轻不可避免的疾病和伤残痛苦,并且通过更好的途径进入成年、老年。实现"人人健康"的目标,这个目标是要缩小在富裕国"享有卫生保健者"和发展中国家"得不到卫生保健者"之间的差别,使卫生资源和分配更加均衡,并使世界全体公民都具有在社会上、经济上有成效的生活的健康水平。"人人健康"实指"人人享有卫生保健",故中国现用"2000年人人享有卫生保健"。

实现"人人享有卫生保健"的措施 人人享有卫生保健常与初级卫生保健并提(HFA/PHC),前者是目标,后者是手段。实现这目标的主要措施有:

(1) 所有国家的政府都把"2000年人人享有卫生保健"作为本国的卫生战略,对全国人民的健康负起全部责任,并为此分配足够的社会资源。国民生产总值中用于卫生事业的费用比重在5%以上,并能合理地分配卫生资源。

(2) 工矿、农村、学校、城镇等基层社会组织及工会、妇女、青年等群众组织都能积极参与卫生事业,与政府共同承担对其成员的卫生保健责任。

(3) 所有人都能在其可能范围内积极参与当地的卫生活动。有专门的机构去广泛听取群众的意见与需求,组织所有居民积极参加有关他们自己、家庭、学校及厂矿的卫生保健工作。

(4) 建立和健全必要的环境卫生条件,使全体人民都能在家中或步行15 min内得到合乎卫生要求的给水,在家中或邻近地方有适当的环境卫生设施,如污水、粪便及垃圾的卫生处理设施等。

(5) 全体人民都得到足够的营养。90%新生儿出生时的体重在2 500 g以上,90%儿童的体重与身高达到相应年龄组的标准。

(6) 所有儿童都能得到预防白喉、百日咳、破伤风、麻疹、脊髓灰质炎及结核病的免疫接种。发展中国家的传染病发病率及死亡率降低到80年代经济发达国家的水平。

(7) 通过各种可能的办法,改变人们的生活方式,消除环境中的致病因素,加强卫生服务和精神卫生,以预防和控制非传染性疾病,如心脏病、中风、肿瘤、意外伤亡、职业病及精神病等。

(8) 加强基层卫生服务,使每个国家的所有居民都能在步行或乘车一小时行程内得到初级卫生保健,包括常见病伤的恰当处理,主要传染病的免疫接种,妇幼保健及计划生育服务,健康教育和卫生指导。

(9) 每个人都能得到医疗预防服务所必需的药物。

(10) 人民健康水平进一步提高。2000年时,婴儿死亡率降到50‰以下,出生时平均期望寿命在60岁以上。

中国人民的健康指标 从上述目标出发来看中国的卫生事业,中国人民的主要健康指标在发展中国家中已处于先进地位,有的指标已达到经济发达国家水平(表1)。中国人民的主要死亡原因已由50年代以传染病为主改变成以心血管病、肿瘤为主,死因结构已类似发达国家(表2)。人民营养状况和青少年发育水平明显提高。

表1 中国人民健康指标与国际比较(1985)

	中国	发展中国家	发达国家	世界平均
出生率(‰)	17.8	36	15	27
死亡率(‰)	6.6	12	9	11
婴儿死亡率(‰)	14.0(市)25.1(县)	101	18	81
总和生育率	2.6*	5.0	2.0	3.7
出生时平均期望寿命(岁)	67.9*	56	73	62

* 1982年第三次人口普查资料

表2 中国人民主要死亡原因(1985)

	全国72个县		全国36个城市	
	死亡率(1/10万)	占总死亡数(%)	死亡率(1/10万)	占总死亡数(%)
心脏病	165.80	25.47	131.04	23.39
脑血管病	101.31	15.57	117.52	20.98
恶性肿瘤	98.76	15.17	113.86	20.32
呼吸系病	79.76	12.25	50.85	9.08
消化系病	35.54	5.46	23.34	4.17
外伤、中毒	46.82	7.20	32.50	5.80
传染病	38.15	5.86	19.14	3.23

摘自卫生部卫生统计提要,1985

加强卫生保健事业 中国卫生事业发展水平与社会主义现代化建设的要求和人民的医疗卫生服务需求还不相适应,因此要达到"2000年人人享有卫生保健"的目标,卫生保健工作还有很多内容须加强:

(1) 进一步加强初级卫生保健。

(2) 将卫生服务结合到初级卫生保健的常规工作中去。如乡镇工业或城市小工业,应在地方卫生服务的系统中加强;中小工矿的保健站,应实施初级卫生保健的工作方式。

(3) 改革医学教育,特别是要加强对广大将从事临床工作的学生的预防医学教育,应从教材建设、教学内容和教学方法方面着手,用大卫生的观念加以充实,把医学生参加社会实践,加强医德教育等方面内容,作为改革的主要目标。

爱国卫生运动

爱国卫生运动(patriotic public health campaign)是一项有组织、有领导的群众性的卫生活动;是一项加强群众卫生意识、振奋民族精神、自觉防病灭病、使预防医学知识与社会活动相结合、发动各阶层群众参与的具有中国特色的卫生工作方式。它的领导机构是中央和地方的各级爱国卫生运动委员会。爱国卫生工作的主要内容是:除四害,讲卫生;开展健康教育,普及科学卫生知识;改善生活、生产、工作环境的卫生质量,保护人民健康,增强人口素质。

历史渊源和背景 爱国卫生运动是中国共产党中央、中央人民政府和毛泽东主席于1952年针对美国侵略者在朝鲜和中国边境发动的细菌战而提出来的。它的历史渊源和背景如下:

(1) 新中国成立伊始,旧社会遗留下的是经济贫困,文化落后,环境恶劣,医药卫生状况极差,瘟疫流行,人民处于水深火热之中;建国以后要求迅速改变现状。当时一方面是人民遭受的贫病交加;另一方面卫生技术人员较少,全国仅有50万卫生人员,国家经济又较困难,缺医少药。在这种情况下就必须发动社会力量和动员群众共同努力。

(2) 中国共产党从成立那天起,就十分关怀人民的健康。早在土地革命(即红军)时期,就提出了群众卫生问题。此后,在各个革命时期和各个革命根据地,都曾以开展群众卫生运动方式来加强卫生防病工作。1944年,在陕甘宁边区政府施政纲领中明确规定开展全边区的卫生运动。成立了防疫委员会,建立了疫情报告等一系列预防制度,收到了良好效果,积累了一定的经验。

(3) 中华人民共和国成立后,召开的第一届全国卫生行政会议时,党中央和中央人民政府总结历史经验,明确制定了卫生工作三大工作原则(见"中国卫生工作原则"条),并以"预防为主"为根本方针。

(4) 1952年美帝国主义在朝鲜和中国边境发动的细菌战,迫使与促进了爱国卫生运动的形成和迅速开展。周恩来总理在总结反细菌战的胜利经验时,正式提出了"卫生工作与群众运动相结合"作为卫生工作的第四条工作原则。

爱国卫生运动委员会 爱国卫生运动委员会(简称爱委会或爱卫会)是在国务院和各级政府领导下,负责爱国卫生运动的领导机构。其主要任务是:①组织协调各部门、各地区,把爱国卫生工作纳入各自规划。②组织动员社会的各行各业广大群众、干部深入持久地开展群众性的卫生公益活动与社会卫生管理工作。③制定与修改卫生法规、条例、规定与制度。④进行有关爱国卫生运动的调查预测、论证和决策,协调与发挥各有关部门的作用,使爱国卫生运动经常化、制度化、规范化与科学化。⑤加强除四害及农村管水、管粪的指导工作。⑥开展健康教育和群众性卫生监督管理。

全国爱卫会由国务院办公厅和中共中央宣传部、中央军委、国家计委、建设部、农业部、财政部、化工部、商业部、水利部、教委、文化部、卫生部、体委、公安部、民族事务委员会、国家旅游总局、民航总局、环境保护局、交通部和工、青、妇等部门的领导组成。地方各级爱卫会,由同级上述部门领导组成。中央和地方各级爱卫会设主任一人,副主任若干人,委员名额根据具体情况自定。城市街道办事处以上、农村乡政府以上、部队团以上均设爱卫会;中央和省、地级所属的部委办局均设爱卫会。县以上爱卫会设办公室负责日常工作。

爱卫会成员部门除负责搞好本部门的爱国卫生工作外,还承担和完成委员会分工的共同任务,如计划、财政、物资部门,把支援城乡除害灭病、卫生治本建设所需经费、物资纳入国家和地方计划;农业、水利部门结合农田、水利基本建设与新村规划,抓好农村"两管五改"等卫生治本工作;工业部门抓好文明生产、劳动卫生、三废(废水、废气、废渣)治理和职业病防治;建设部门解决城市建设中存在的问题,有计划地增添卫生设施,加强环境卫生专业队伍的建设,搞好城市的排污处理;商业、轻工业部门结合经营管理,认真贯彻执行国家有关食品卫生的各项法令与规定;化工部门生产高效低毒低残留的除害消毒药品与器械以满足供应。

爱卫会办公室是爱卫会的常设职能机构。为便于协调,设在同级人民政府内或委托同级卫生、城管部门(只限于市)代管。其职能是:①贯彻执行爱卫会决议。②拟定工作计划和规划。③深入实际,调查研究,抓好典型,交流经验,督促检查。④开展健康教育,在全民中普及卫生知识,树立大卫生观念。⑤协助政府部门拟订卫生法规、条例、办法与制度,做到有法可依,有章可循,辅之以必要的处罚和经济制裁。⑥加强城市环境卫生、除害消毒队伍的建设。⑦与有关业务部门协作,调查掌握四害孳生消长规律,制定消杀措施,研制有效药械,"两管五改"定型设计。⑧组织科研和技术指导。

爱国卫生运动发展的四个时期

抗美援朝时期(1952—1954) 这个时期的主要任务是为打败美帝国主义的侵略战争,保卫新生的共和国服务,以粉碎敌人的细菌战争,消灭传播鼠疫、霍乱、伤寒等传染病的病媒昆虫、生物,清除旧社会遗留下来的不卫生状况为主要内容。当时,党中央和毛泽东主席向全国人民发出了"动员起来,讲究卫生,减少疾病,提高健康水平,粉碎敌人的细菌战争"的号召,成立了以周恩来、郭沫若、聂荣臻为正副主任的中央防疫委员会,具体领导和组织以反细菌战为中心任务的群众性卫生防疫工作,并把全国划分为:紧急防疫区、防疫监视区和防疫准备区。要求各地根据当地实际情况,发动群众开展以反细菌战为中心的群众卫生运动。

由于这场全民卫生运动的直接目的是反对和粉碎敌人的细菌战争，是保家卫国的一项政治任务，所以，人民群众就亲切的称之为：爱国卫生运动。这场运动除粉碎了敌人的细菌战争外，还改变了全国城乡的环境卫生面貌，清除了几万吨垃圾，疏通了几十万公里长的污水沟渠，新建了大批水井和厕所，改造了牲畜圈棚。对全国人民进行了一次爱国主义的卫生知识教育，控制和消灭了危害人民健康最严重的霍乱、鼠疫等四大烈性传染病。国际科学委员会的专家对朝鲜和中国东北进行了细菌战调查后，在他们所写的报告书中肯定了这次卫生运动是人类有史以来从未有过的；这个运动使得由传染病引起的死亡率和发病率大为减低了；任何想用细菌战消灭这样一个民族不仅是犯罪的，而且是愚蠢的；这一运动将为人类和当今世界创造奇迹。

具有深远意义的是，通过这次运动，使中国找到了一条在卫生工作中贯彻党的群众路线的方法。

社会主义建设时期(1955—1965)　抗美援朝战争结束以后，中国进入了社会主义改造和建设阶段。爱国卫生运动也随之进入了第二个发展时期。为了更好地为社会主义建设服务，保护劳动力和人民的健康，党中央、国务院及时制定了爱国卫生工作方针和任务：除四害、讲卫生，控制和消灭主要疾病，提高健康水平，移风易俗，改造国家，振奋民族精神。并写入全国农业发展纲要，作为发展农业和发展经济的主要内容之一。中央和各省、市、区以及各行各业都根据这一总要求，制订了讲卫生和除害灭病的具体计划和实施措施。

十年动乱时期(1966—1976)　这个时期爱国卫生运动处于停滞阶段。城乡卫生状况出现了倒退，垃圾、污水不能很好处理，病虫害大量繁殖，传染病明显增多，过去已经控制了的疾病又重新发生和流行，严重地威胁着人民的健康和生命安全。

周恩来总理对上述情况极为关注，曾作了重要指示，要求加强爱国卫生工作。卫生部门于1974年，先后在广东省电白县和安徽省界首县举办了南、北方管水管粪和改善环境卫生的学习班，总结推广这两个县的经验。他们的做法概括起来称为"两管五改"，即管水、管粪、改造水井、改造厕所、改造炉灶、改造牲畜圈棚、改造内外环境。可惜这项措施只在部分农村地区有所开展，全国大部分地区仍处于停滞状态。

四化建设时期(1978起)　(1) 加强爱国卫生运动的领导：1978年4月，中共中央决定重新加强中央爱国卫生运动委员会，由中共中央副主席，国务院常务副总理李先念同志亲自担任委员会主任，提出了加强领导，动员群众，措施得力，持之以恒的新时期爱国卫生运动方针。动员全国城乡人民从1978年至1979年连续两年反覆开展冬春季卫生突击活动。

(2) 研制新时期爱国卫生运动的新任务、新方法：1979年中央爱卫会组织京、津、沪、东北三省、西北、华南等地区爱卫会对那两年爱国卫生工作进行了对口检查评比。检查中发现，新时期爱国卫生工作的内容较过去更为艰巨，除继续完成除害灭病任务外，还必须研究解决四化建设中出现的新的卫生问题。为此，必须从工作方法上进行改革。这就是，除害灭病与治理环境，必须比过去更加讲究科学性，更好地掌握除害灭病，卫生保健的规律。

鉴于上述情况，中央爱卫会于1980年2月21日召开第四次委员会。会议认为：爱国卫生运动是四化建设的组成部分，要为实现四化服务。运动的重点在于提高科学性，向制度化、规范化、标准化和经常化迈进。通过加强科学性来提高工作效果。会议明确了爱卫会各委员部门的职责分工和各级爱卫会办公室的职责任务。

(3) 与"五讲四美、三热爱"结合：将爱国卫生作为精神文明建设的重要组成部分。根据党的十一届五中全会关于建设高度的社会主义精神文明的决议和中央书记处的指示，中央爱卫会会同团中央、全国妇联、全国总工会等九个团体，联合向全国人民发出倡议，开展以"讲文明、讲礼貌、讲卫生、讲秩序、讲道德和心灵美、语言美、行为美、环境美，热爱党、社会主义和国家"为主要内容的"五讲四美、三热爱"文明礼貌活动。这是建设精神文明的根本，而讲卫生又是五讲四美的关键，并明确指出，要从卫生做起。

中央爱卫会于1981—1983年先后召开了第五、第六次全委会，根据上述精神，决定首先从城市抓起，以城镇带动农村。接着于1981年至1988年先后多次在全国各地召开了城镇、农村爱国卫生运动经验交流会、现场会、灭鼠专业会、改水专业会、除四害科研成果鉴定会、评奖会和科学管理研讨会，及时总结经验。

(4) 坚持改革开放，开展国际合作：经国务院批准，中央爱卫会代表中国政府参与了由联合国等七个国际组织联合发起的"国际饮水供应和环境卫生十年"活动，接受世界银行无息贷款，国际开发计划署、世界卫生组织、儿童基金会、欧洲经济共同体和日本等国对中国农村改水、环境卫生、除四害、健康教育等无偿援助经费约1亿多美元。此外，还派出短期学习考察团组赴美、英、德、法、日、印、泰、新加坡等国进行学术交流、工作考察，还派遣了数十名卫生专业和管理人员出国进修深造，并将学到的技术应用于中国的实际，产生了良好效益。

(5) 中央爱卫会提出的爱国卫生工作"七五"计划和农村改水规划，经国务院和全国人民代表大会审议批准正式纳入中国"国民经济和社会发展第七个五年计划"。

爱国卫生工作的成就　爱国卫生工作的成就可概括为：①发动广大群众开展除四害、讲卫生、防治疾病活动。②在农村组织群众和协调有关部门进行管水、管粪、改灶、改厕、改水、改造牲畜圈棚、改造室内外环境。③广泛进行健康教育，普及卫生知识，在全民中树立大卫生观念，增强卫生意识，提高自我保健能力，提高人口卫生与健康素质。④组织有关除四害与环境卫生科研，完善强

化除害灭病,保护健康的科学手段。⑤开展群众性卫生监督,不断改善城乡人民生产、生活环境的卫生质量;⑥组织检查和进行卫生效果评价。⑦统筹协调有关部门,对重大疫情及中毒事故研究制定处理方案,并组织实施

卫生学

卫生学(hygiene)是预防医学的一门学科。主要研究外界自然环境因素对人体健康影响的规律,以及利用外界环境中的有利因素,控制或消除不良因素,改善环境条件的卫生要求和措施,以达到预防疾病、保护和增进人体健康的目的。

卫生学最早的含义,相当于中国的"养生"、"摄生"等词。人类自远古时代起,为了御寒、觅食和防御的需要,在与自然界作斗争的过程中,获得了赖以生存的方法,并与地球上其他动物和植物一起与周围环境形成了生态系统,保持了生态平衡。在生态系统中,环境对人类的生存提供了必要的条件,但同时,在人类生活和生产活动中,环境对人体健康也可起一些有害作用。

环境中影响人体健康的因素可以是化学的、物理的或生物的。这些因素有的来自宏观环境,有的来自微观环境,通过空气、土壤、水、食物作用于人。宏观环境因素来自太阳系和广阔的地理区域。天然宏观因素有紫外线、红外线和太阳的其他射线;火山爆发释出的大量气体和颗粒物进入大气层,改变了气候;以及地球表面平面结构的移动引起地震、潮汛等。人为宏观因素包括:上空臭氧层的破坏使过量紫外线到达地面;大量矿物燃料的燃烧使大气温度升高和二氧化碳量增多;过量的工业和生活性污染在长期过程中影响了空气、土壤和水的质量。这些因素可直接作用于人,如紫外线、热射线,或间接地通过影响地球表面气候而影响植物生长和人的居住环境

微观环境因素也有天然和人为两方面。天然环境因素有花粉(致敏性或变应性)、富含矿物质或盐类的土壤造成水的污染,以及矿井下或地面的甲烷、氡或含硫气体等。人为环境因素有日常生活活动、交通运输以及工业生产中的噪声、辐射线、高低气温、高低气压等;汽车废气或工业排放的毒物或粉尘对空气的污染;工业有毒废水的排放,生活污水和垃圾废物的排放对土壤和水源的污染等。这些因素可直接影响人的健康,如噪声、毒物和粉尘;也可通过形成酸雾或酸雨影响植物、水生生物和土壤而间接地恶化人们生活条件。

人类在进化过程中获得了天然的防御系统——皮肤和呼吸道,可抵御环境有害因素作用。人类也可通过适应和生理调节系统来对付环境中有害物质的作用,例如紫外线过度照射造成皮肤色素沉着;高原生活的人红细胞和血红蛋白量增高。但防御机制和适应能力有一定限度,超过这个限度可引起疾病甚至死亡。

随着科学的发展和新知识的应用,卫生学已分化成很多独立但又互相联系的分支,一般以环境因素分,有环境卫生学、劳动(职业)卫生学、营养和食品卫生学、放射卫生学、航空(宇宙)卫生学等;以人群性质分,有妇幼卫生学、儿童少年卫生学、老年卫生学等。但以人群区分的卫生学中,卫生学的本质已有所改变,临床医学的内容已融汇和参与进去。目前传统的卫生学一词,已用环境卫生科学(environmental health sciences)来概括。在医学教育中,卫生学各分支是预防医学系(原称卫生系)学习的主要内容,而在临床医学系,仅能在"预防医学"课程中学习环境卫生科学的基本知识和技能。(见"预防医学"条)

卫生学研究方法如下:

(1) 卫生学调查研究方法:运用一定的仪器或其他测量手段,研究环境中各种物理、化学和生物性因素的性质,存在的量和变化规律;运用基础医学和临床医学的知识和技能,判明在这种条件下生活和劳动的人的生理、生化和临床改变;以及运用统计学方法,阐明某种或几种环境因素对人群健康影响的程度,为采取措施提供科学依据

(2) 卫生学实验研究方法:在实验条件下模拟某种环境因素,观察它对生物体的急性、慢性以及远期(致畸、致癌、诱变作用)影响、作用机制,提出预防措施;这些研究结果,外推到人,作为制订环境有害因素卫生标准的初步依据。

卫生学调查和实验研究方法取长补短,互为补充。为制订卫生要求和卫生标准服务,并为改善环境卫生条件提出措施原则。

流行病学

流行病学(epidemiology)是运用现场观察、统计分析和实验研究的方法,来研究疾病在人群中分布及影响分布的原因,拟定预防对策和措施的一门学科。它是预防医学的一个重要组成部分。原先它在传染病的预防上起了巨大的作用。目前,它作为一门方法学,广泛应用于非传染病及医学各个学科如卫生服务与管理、健康教育效果的评价等领域,也可用于研究车祸、自杀、犯罪等社会现象。

在古代,人们已积累了不少关于疾病流行和防制流行的措施。如人痘接种预防天花、消灭老鼠控制鼠疫等,但本门学科真正的发展还是在卫生统计学、微生物学、生物化学以及电子计算机等的基础上取得的。流行病学在上述各学科支持下,有效地研究了疾病的分布、原因和防制。

流行病学的研究方法包括:描述、分析、实验及理论流行研究四个方面。从时间、空间和人群间三个方面描述疾病和健康状况在人群中的分布及数量变化。进一步根据描述所得的线索,提出假设,运用分析流行病学方法证

实、否定或修正假设。经过反覆调查，将假设推进到病因性的联系，并采取实验流行病学的方法，进行人群中干预试验，进一步验证病因假设，考核预防措施的效果。最后通过上述研究，经过高度概括、数学模拟，归纳上升为理论流行病学。

流行病学调查又可称描述流行病学，是流行病学的基础。流行病学调查可分为现况、回顾和定群(队列)调查。对疾病当前情况的调查为现况调查，它主要分析某一时点或时期的疾病流行率或患病率。现况调查有疾病暴发流行的调查；有疾病和健康的普查；亦有人群抽样调查。回顾性调查从病例出发选择能代表病例所在人群的相应对照，对各种可疑危险因素进行暴露情况比较，为病因研究提供线索。定群(队列)调查，是将一定的人群，按其是否暴露于某一个或一组因素，分成暴露与非暴露组，随访一段时期，比较两组或按暴露等级分若干组的发病或死亡率，从而确定暴露或暴露剂量和疾病的关系。

流行病学近年来随着各个学科发展分化成许多分支学科。如随着免疫学和生物化学的进步，越来越多地运用血清或全血来查明疾病的分布，探索其病因，这个学科称血清流行病学。近年运用在乙型肝炎各种血清中标志物的测定，对摸清乙肝的分布和母婴传播规律起了很大作用。检查人群中代谢产物、酶学变化、菌丛分布来阐明与疾病分布的关系，研究疾病的病因，称为代谢流行病学，如研究尿中黄曲霉毒素M_1与肝癌的关系。为了区别人群中疾病的分布是环境因素抑遗传因素，对移民中疾病的动态研究可以提供线索，这称移民流行病学，如日本人患胃癌高，而乳腺癌低。日本人移居美国后，随着环境、饮食等的改变，胃癌下降而乳腺癌上升。这种趋势随移居的时间延长或移居下一代的增加而越益明显，证明环境因素比遗传因素更为重要。研究环境与机体健康和人群疾病的关系称环境流行病学，如饮水与肝癌、大气污染、吸烟与肺癌。研究防治药物和疾病与健康的关系称药物流行病学，如雌激素应用与青年女性阴道癌。研究疾病的遗传性病因，早年以双胞胎为研究对象，近年来广泛运用细胞、染色体和基因技术，研究遗传与疾病的关系，称为遗传流行病学。依此类推，还有职业流行病学、肿瘤流行病学、心血管病流行病学、精神病流行病学、临床流行病学等。近年来，根据对群体的宏观和个体的微观相结合，研究病原体的表型(phenotype)特征、基因型(genotype)特征、质粒图谱；运用基因探针、核酸杂交和寡核苷酸图谱的分析法进行病因的探索，又形成一门分子流行病学。

流行病学不仅研究传染病的传染源、传播途径和易感性，还发展为研究所有疾病的病因、宿主和环境三个相互联系的因素。它已从定性走向定量、从单因素到多因素的研究，从控制疾病流行走向增进健康的更积极的方面，成为医学中的重要学科。由于本学科涉及面广，发展较快，所以，流行病学的概念和内容经常成为学术上激烈争论的问题，但通过争论，亦大大促进了流行病学理论的发展。

分析流行病学

分析流行病学(analytic epidemiology)是分析疾病在人群中发生、发展和消亡的原因；是分析引起疾病的病因、宿主和环境间的三者关系的学科。根据疾病在人群中的分布，提出工作假设，进行回顾性或定群调查，分析影响分布的原因，评价防制措施的效果。

病因在引起疾病上起着重要的作用。作为疾病的病因，希望是“必要的”和“充分的”，如结核菌引起结核病是“充分”的；结核病由结核菌引起亦是“必要”的；但对慢性病来说情况比较复杂，如吸烟与肺癌关系就是一例。

对慢性病病因的研究应首先有一个病因的工作假设(疾病的病因假设是作为分析工作的起点，故又名工作假设)，如食物是否与乳腺癌或肠癌有关；城市大气污染是否与肺癌有关；内分泌治疗是否与乳腺和子宫内膜癌有关。检验工作假设可用队列和前瞻性调查或现况、回顾性调查。通过调查排除人为、机遇造成的联系；去除选择和测量造成的偏倚；以及混杂因素的影响，而得到可能的病因。如工作中否定了原有的工作假设，则应提出新的工作假设。

确定一个病因，应该有较强的联系；要有时间—效应和剂量—效应的关系；要放之四海而皆准，在不同地区、不同时间内反覆证实；要符合医学和生物学规律；消除该病因后，疾病能得到控制等要求。

搞清病因不仅对预防疾病重要，而且亦能帮助正确诊断和治疗，如在给水中加氟的结果，减低了儿童龋齿的发病率，反过来亦证实了氟与龋齿的关系。

慢性病的病因大多比较复杂。由于现代计算机技术的发展，多变量统计方法的应用，分析流行病学才得以较大的发展。

意外伤亡流行病学

意外伤亡流行病学(accident epidemiology)是流行病学的一门分支学科，旨在研究人群中意外伤亡发生的分布频率、影响因素及预防措施，从而预防和控制意外伤亡的发生，减少意外损伤的危险程度及其后果，以提高人群的健康水平。意外伤亡是指各种非意料事件直接导致人体有关部位不同程度的器质性损伤、残废或死亡。它可发生于日常生活、交通运输、生产劳动、文体活动、医疗卫生及其他特殊作业等各种情况中。常见的意外伤亡种类包括车祸、溺水、自杀、劳动安全事故、窒息、中毒、斗殴、火灾、触电及天灾等。50年代末，许多国家与地区的意外伤亡呈上升趋势，在目前死因顺位中已占第四位死因，成为人类健康的最大威胁之一，是预防医学应予重视的一项重要工作。本文主要介绍意外伤亡的现场调查分

析、流行特征、原因及预防。

现场调查分析 流行病学的各种研究方法，均可应用于意外伤亡的调查分析，但有时需要某些特征的要求和注意事项。各种意外伤亡事故都应调查，尤其是导致人员死亡、严重损伤与残废或经常发生的较轻损伤。有些意外事故当时虽未造成人员伤亡，但对今后有可能再次发生并危及人员安全的危险性事故也应调查，以防患于未然。意外伤亡调查的深入程度视事故的性质和严重情况而定。例如，工人在使用榔头时敲伤了自己手指，则只要对当事人作一般了解即可；但对建筑工地上脚手架倒塌的意外伤亡，除一般现场调查外，还应对脚手架的结构、用材等进行分析、计算和试验。因为不少意外伤亡事故可能涉及法律，故结论要求更为谨慎，为此必须从掌握事故经过的目击者或知情者处证实事故的原因。对意外伤亡的调查必须及时进行，以便使见证人对事故的经过记忆犹新，能获得全面而正确的资料。在某些意外伤亡调查中，还应严防和识别罪犯或具有某种犯罪企图者的伪证和不确切的证据。对两个以上的见证人，应分别调查事故发生前后的实质性问题，避免集体询问；并客观分析见证人对事故起因的间接推断和结论。在调查一个地区或单位的意外伤亡中，不能仅根据有关医院所提供的病例数作统计分析，因为有些意外伤亡尤其是车祸、溺水及自杀等，可能由于罹难者已死于现场，未到相应医院救治，因此还应到有关人事部门或公安局等处进行调查。

因意外伤亡涉及范围较广及种类较多，有时应针对实际需要，选用一些特殊的统计指标。据第十届国际劳动统计会议建议，在工业事故统计中，除了事故发生率和死亡率外，还可采用下列指标。

(1) 事故频率：事故频率是单位事故数相对于实际工时数的一个表达式。它是统计期内发生的事故次数乘以 1 000 000，除以同期内全体在册人员实际工时数：

$$事故频率=\frac{事故总数}{实际工时总数}\times 1\,000\,000$$

(2) 事故严重率：事故严重率表明工业事故造成丧失工作能力方面的损失。它是损失的工作日乘以 1 000，除以受统计的全体人员的工作时数：

$$事故严重率=\frac{损失的工作日总数}{实际工时总数}\times 1\,000$$

第六届国际劳动统计学家会议曾规定，每起死亡事故或永久性完全丧失工作能力的事故，在统计事故严重率时，均应按损失 7 500 个工作日计算。但迄今有些国家仍按美国国家标准协会提出的 6 000 个工作日损失计算。

流行特征 (1) 人群分布：意外伤亡一般男性高于女性，尤其以交通事故和溺水更为明显。但自杀两性间无显著差别。1973—1975 年，中国 29 个省、市及自治区的死因顺位表明，意外伤亡系第四位死因，但在 10—39 岁年龄组均系第一位死因。其他各年龄组虽非首要死因，但意外伤亡率更高，例如<1 岁及≥80 岁两年龄组的意外死亡率分别为 454.93/10 万及 411.54/10 万，比上述年龄组高达 7 倍左右。

在不同职业人群中，主要意外伤亡的种类可能不同。例如，部队中的主要意外伤亡除一般种类外，还有枪支走火、训练中枪伤及飞行事故等。不同职业表现意外伤亡种类上差异的原因，与该职业存在的特殊危险因素和暴露程度有关。在同一职业人群中，具有不同经历及行为者，意外伤亡的发生情况可明显不同。例如，在偶尔饮酒的年轻驾驶员中，当血液中酒精浓度处于较低水平时，发生车祸的危险性即明显增加；而在经常饮酒的老驾驶员中，发生车祸危险性明显增加的血酒精浓度超过 100 mg/100 ml。

(2) 地区分布：在不同的国家与地区中，各种意外伤亡的发生频率不尽相同。在交通发达的国家与地区中，车祸已成为主要的意外伤亡之一。在沿海及水网地区，溺水较为多见。在不同城市与农村地区，主要意外伤亡种类及其在死因中的顺位可能不同。中国 1973—1975 年全国城市与农村意外伤亡比较见表 1。在同一地区中，由于环境因素的差异，意外伤亡的发生也可明显不同。例如，部队在不同场地训练擒拿格斗中，在沙地发生急性损伤率较低，泥土地次之，水泥及柏油地的损伤率最高。

表1 1973—1975 年全国城市与农村意外伤亡在前10位主要死因的顺位比较*

	男性			女性			合计		
	死亡率(/10万)	构成比(%)	位次	死亡率(/10万)	构成比(%)	位次	死亡率(/10万)	构成比(%)	位次
城市	60.13	10.76	4	35.85	6.83	5	48.46	8.96	5
农村	90.61	11.20	3	68.50	8.80	4	79.81	10.05	3

* 资料来源：周有尚等，1983 年

(3) 时间分布：一般而言，火灾引起的意外伤亡容易发生在干燥或严冬季节；溺水多见盛夏期间。但多数意外伤亡的季节差异不甚明显。在不同年代中，因社会因素及自然因素改变，意外伤亡的种类可随之变化。60 年代以来，中国的车祸等意外伤亡呈上升趋势；至 80 年代，车祸、溺水及自杀已成为前 3 位主要意外死亡种类，据 1986 年报告，3 者合计占所有意外死亡数的 64.69%。1957—1986 年，不论中国的城市还是农村，意外死亡率

及其在前10位主要死因中顺位均明显上升(见表2)。

表2 1957—1986年全国部分市、县意外死亡率及在前10位主要死因顺位分布*

	部分城市			部分县		
	死亡率(/10万)	构成比(%)	位次	死亡率(/10万)	构成比(%)	位次
1957年	19.00	2.66	9			
1963年	16.19	3.02	8			
1975年	23.11	3.91	6	24.26	3.55	7
1980年	29.21	5.04	5	27.74	4.20	6
1983年	30.77	5.54	5	49.38	7.27	5
1986年	31.07	5.73	5	47.14	7.48	5

* 1. 资料来源:崔月犁主编《中国卫生年鉴》,1984年、1987年

2. 表中意外死亡率及顺位系根据上述资料中的外伤与中毒两项重新整理

意外伤亡原因 在多数情况下,引起人群意外伤亡的原因包括人、环境及物品三个因素。它们互相影响和作用,最后导致意外伤亡的发生。但在一次意外伤亡中,每个因素所起作用的大小各不相同。例如,在一个黑暗的夜晚,一名酒后驾驶摩托车者高速驱车,在灯光暗淡的转弯处,闯入人行道撞死了一名行人,自己遭受下肢骨折。事后发现,摩托车的刹车失灵。在这次事件中,这三个因素分别为:酒后驾车的肇祸者、灯光暗淡的转弯处及刹车失灵的摩托车,它们构成了该次事故的原因,但起主导作用的为酒后驾车的肇祸者。

(1) 人的因素:很多机体的生理或健康状况可促使意外伤亡的发生。当一个人正在驾驶车辆或进行高空作业等具有危险性工作时,如果突然发作心肌梗死、癫痫、脑血管病意外、低血糖性昏迷等疾病,或正在服用影响中枢神经系统功能的药物,均可导致意外伤亡。在机体处于疲劳状态时,注意力不易集中,容易丧失对危险事物的警惕性,也可能引起类似结果。同时,很多机体心理或行为因素可促使意外伤亡的发生。由于丧亲、失恋、家庭纠纷、失业、失学、个人"前途"受挫折、政治与经济问题受牵连、与周围人员关系激化等,常可出现情绪波动和低落。在此情况下,除了可促进一些日常意外伤亡外,有时还可导致自杀或他杀。在具有"铤而走险"采取冒险行动的人员中,更易造成伤亡事件。酒后驾驶车辆、游泳、参加生产劳动或徒步行走,发生意外伤亡的危险性明显增加。有人还发现,夜间吸烟的驾驶员发生意外事故,比不吸烟者具有显著的统计学差异。因儿童和老年人的知觉较差,反应及行动较慢,故在穿越马路时更易遭受不幸。此外,在从事某项工作前是否接受专门技术训练、安全及行为教育,对意外伤亡的发生也起着重要作用。

(2) 环境因素:环境因素造成某些意外伤亡已成为一个严重的问题。低劣的道路质量、照明条件及安全设施,可促使车祸的发生。其中在道路交叉或转弯处更易发生意外。工矿企业及农业劳动中,在缺乏安全措施或违章操作情况下,工伤事故会明显增多,特别是因剧毒物品或放射性物质所致的事故,可同时危及很多人员伤亡。在学校及家庭,陡峭的楼梯、缺乏扶手及过滑的地面,容易引起儿童及老年人的意外伤亡。在江河湖泊或游泳池中,常因捕鱼和游泳等发生溺水。气温、气湿、雨量、水文、地势及地形等各种自然因素,常可影响意外伤亡的发生。例如,雨雪后道路表面冰冻,很易促使老年人、儿童跌倒伤亡和车祸。地震或洪水等自然灾害,可在短期内造成大量人员伤亡。同时,在政治危机、经济危机或战争状态期间,由于社会不安定及社会秩序混乱,各种车祸、工伤事故、自杀及他杀等意外伤亡,均可明显增加。

(3) 物理因素:许多物理、化学及生物因素可成为意外伤亡的致伤物。物理因素中的冷、热、高压、低压、水、火、雷、电和放射性物质等,均可引起相应意外伤亡。各种器材、机器及交通工具等,如使用不当或出现故障,也可造成意外伤亡。一些日用品、玩具和食品,在特定条件下均可酿成意外,例如小球、花生米、糖果或图钉等,在婴幼儿哭笑或惊恐而深吸气时,极易吸入气管和支气管,造成窒息等意外。不少化学品,如一氧化碳、有机氯和有机磷等农药,在日常意外伤亡中占着较大比重。在生物因素方面,不少有毒动植物,如毒蛇及毒蕈等,是某些农村地区常见的意外伤亡原因之一。在医疗用品中,如剂量不当或操作不慎,也可成为意外伤亡的因素。

意外伤亡预防 意外伤亡分级预防的目的分别为:一级预防是对引起意外伤亡原因或因素实施预防,以避免和减少它的发生。二级预防是当事故万一发生时,预防和减轻由此所致的机体损伤程度。三级预防是事故发生后,防治严重的病理后果。意外伤亡预防涉及工程技术、立法、行政管理及政治思想工作,需要全社会的密切配合。从医学角度考虑,应采取如下综合性预防措施。

(1) 卫生保健工作:对容易发生意外伤亡的工种,应进一步健全和制订相应人员的生理与心理健康标准,防止不合格者从事这类工作。平时则应定期体格检查,对有可能导致意外伤亡的一些疾病患者,及时建议调动他们的工种。对体质有病、心理状态不佳、精力不足、饮酒后或正在服用影响中枢神经系统功能药物者,应暂停他们参加游泳、驾驶、高空作业及其他具有危险性工作。对明显睡眠不足者,应严格限制参加上述活动。同时,应协助有关部门,制订,健全和落实各项安全措施;并督促和检查安全设备,例如安全带、安全帽及救生器材,以便及时、正确地使用。为进一步降低意外伤亡率,必须重视对广大群众进行终生的安全教育。这包括家长与老师对青少年的日常安全教育、各单位对成人的职业安全教育,对老年人也应该经常关心和提醒他们平时的安全问题。

(2) 心理学防治:对因各种原因所致的心理异常并

可能产生轻生者,应酌情进行心理学防治,努力促使他们发泄其起因,因势利导解决其主要的实际问题。同时给予必要的抗焦虑药、镇静药及安眠药,保证每天有一定的休息和睡眠时间。

(3) 现场急救:为预防和减少意外事故对机体的损伤及其后果,应在罹难者自救及互救的同时,不失时机地利用现有条件,积极开展现场急救,包括使罹难者脱离险境、急救处理及搬送转运。

药物流行病学

药物流行病学(pharmaceutical epidemiology)是流行病学的一个分支,是用流行病学方法研究药物的不良反应;监测其发生频率,分析研究可疑药物与所致不良反应之间的因果关系,并对药害事件提出对策。

近年,由于疗效显著的药物相继问世,增加了人们对药物的依赖心理,服药的人次数增多。但是由于人的个体差异,即使临床试验确定为安全的药物,在广泛应用时也有人会出现药物不良反应,甚至造成严重的危害。如反应停(thalidomide)可引起胎儿短肢畸形,氯碘喹(chloriodoquine)制剂可引起亚急性脊髓视神经病等。

药物不良反应大多是难以预料偶然发生的事件。若进行以人群为基础的调查,可能所获不多,且药物种类繁多,逐一调查亦不可能,因此宜采取监测方式收集资料加以分析并管理。

药物不良反应资料的收集 ①建立医师报告制度,并动员学会、医药杂志、医药公司、医院等有关单位提供情报,以弥补医师报告的不足。②设置药物监测中心,报告人员按监测中心要求填写报表及时报告。③药物治疗后长期随访,对不良反应出现缓慢的药剂需长期追踪观察。例如对可能导致致癌、致畸等类药物。

对于药物不良反应,往往不易识别症状与药物之间的明确关系。发生频率高和短期内出现反应的,容易发现和报告。对数种药物同时并用及不良反应并非短期出现的药物,易增加监测工作的复杂性。

由报告所得资料,因总体(分母)不明确,不能推算不良反应的发生率。但以报告资料为基础可以设计出可疑药剂不良反应的流行病学调查方案。

药物不良反应的流行病学调查分析

动态分析 死亡统计资料的合理分析,逐年比较,可以显示药物的使用与其不良反应之间的关系。60年代中叶,在英国发现一些哮喘病人吸入一种喷雾的气管扩张剂后又注射肾上腺素,会突然死亡。为此统计了1958—1968年11月间哮喘死亡与使用含有气管扩张剂的压力气雾剂之间的关系。发现1961—1966年压力气雾剂的销售量逐年迅速增长,同时哮喘死亡也相应增多。据此,1967年6月药品安全委员会向英国所有的医师发出警告。从此,压力气雾剂的销售量大减,死亡人数也明显下降。提示哮喘死亡的增多可能与压力气雾剂有关。可是仅依此为据,即仅以相伴发生的事件论证其因果关系,其可靠性是有限的,须进一步作因果关系的研究。

因果关系的流行病学研究 从每个病例明确药剂和不良反应的因果关系是困难的。应以患者及非患者人群为对象,研究药物与不良反应之间是否存在联系。现以氯碘喹制剂不良反应的研究为例,说明流行病学研究方法的应用。

(1) 病例对照研究:1955年开始日本各地流行一种前所未有的疾病,表现为腹痛、腹泻及下肢神经和视神经的症状。首先采用了病例—对照研究。结果:病例组的成员服用可疑药物氯碘喹制剂的比例高于对照组。不同地区的研究结果一致,经统计学处理有显著意义。经剂量效应分析,病例组服药剂量大于对照组,即病例—对照研究的结果是药物与不良反应之间存在联系。

(2) 定群研究:在前项研究的基础上,对服用氯碘喹制剂者与未服用者作定群研究,随访其不良反应的发生率。不同作者得到一致的结果,服药组发病率17%—31%,未服药组偶见病例(0%—0.1%),统计处理差异显著。

(3) 实验研究:进一步经动物试验证明,药物对狗、猫、猴均引起与人的亚急性视神经病无法区分的病理变化。人群的干预试验结果提供了人群试验的证据:即停止出售氯碘喹制剂后,新发病例急剧减少。

以上各项研究结果证明了服用氯碘喹制剂与亚急性脊髓视神经病之间的因果关系。

对药物不良反应监测及调查资料的分析和评价,应尽快分发给有关单位。必要时随时发送。国际间的情报交换,更有利于药物不良反应的发现。目前世界各国都在继续完善药物不良反应的监测和管理制度。

描述流行病学

描述流行病学(descriptive epidemiology)为描述疾病在人群、时间和空间(地区)的频率分布,以了解环境条件与疾病的关系,从而指导进一步研究的方向和途径。这种方法常用于寻找病因和估价防治措施的研究上。它是流行病学研究的基础。

描述流行病学的基本方法是以某条件、特征或变量来分组,然后测量疾病的频率分布,如发病率、死亡率等。这些条件、特征或变量,在时间上可用人为的单位分为年、季、月、旬、周、日、时等分组;在地区上按不同的地区、环境,如国家、地区、城乡、经纬度、海拔高度、地形等分组;人群可按年龄、性别、职业、文化程度、经济状况、民族、种族、居住条件、生活习惯与嗜好等来分组。资料来源可以收集有关的记录资料,如人口统计资料、传染病登记和报告资料、医院病历以及个案调查等,也可通过普查或抽样调查来收集资料,还可以通过长期定点的纵向调查

来获得资料。

疾病在不同人群中的分布　疾病在不同人群组中发生的频率不同。不同人群组疾病分布的研究有助于了解影响疾病分布的因素。

（1）不同年龄组人群的疾病分布：同一疾病由于不同年龄组的易感程度、卫生和生活习惯以及活动范围等不同，疾病的分布也不同。如果人群通过隐性感染或预防接种获得了稳固而持久的免疫力（如甲型肝炎、脊髓灰质炎、流行性乙型脑炎等），则该病的发病率随着年龄的增长而下降，此时疾病的年龄分布多集中于儿童。

当某一疾病引入一个新地方并造成流行时，往往不分长幼，皆易感染；如果某一疾病经常在一个地方存在并反覆流行，新患者当然以婴幼儿为多。

恶性肿瘤的危险性一般随年龄的升高而升高，可能因为致癌因素的作用需要长期积累以促使细胞突变。但有些癌的好发年龄为青少年或儿童，如美国和加拿大白血病的死亡率以幼年儿童为高，骨瘤死亡率则以青少年为高。

（2）不同性别人群的疾病分布：比较男女的发病率、死亡率等的差异常有助于探索致病因素。很多疾病的发病率是男多于女，如钩端螺旋体病、疟疾、鼠疫、森林脑炎等，这是由于暴露于致病因子的机会不同所致。有些疾病是女多于男，如胆石症、胆囊炎、乳腺癌等，这可能与解剖、生理或内分泌等因素有关。

（3）不同职业疾病的分布：不少疾病的分布与职业有关。畜牧人员与兽医易患布氏杆菌病；皮毛加工者和屠宰工作人员易患炭疽病；农民感染血吸虫病、钩端螺旋体病、钩虫病的机会较多；某些矿工易患矽肺；接触放射线或苯的职业者易得白血病；接触煤焦油者易患皮肤癌；有些接触苯胺染料的工人易发生膀胱癌。

（4）不同民族或种族的疾病分布：不同民族或种族疾病的分布可有不同。例如，马来西亚居住着三种民族，马来人淋巴瘤较多，印度人口腔癌高发，中国人则以肝癌和鼻咽癌常见。中国东北大骨节病流行区，朝鲜族患病率远远低于汉族，可能因生活习惯不同所致。

（5）家庭成员的疾病分布：家庭成员过着共同生活，接触密切。因此，一些传染病，如病毒性肝炎、细菌性痢疾、肺结核等，在家庭中易于传播而表现出家庭聚集性。有些肿瘤，如乳腺癌、胃癌、鼻咽癌，以及精神分裂症等疾病，也表现有家庭或家族聚集性，但不如传染病那样明显。家庭聚集性有时与遗传因素有关。

（6）托儿所、幼儿园和学校儿童疾病的分布：托儿所和幼儿园是易感儿童集中地。他们之间接触密切，一旦传染源传入，易于引起流行。幼儿易患的各种传染病（常见的为水痘、腮腺炎、细菌性痢疾、病毒性肝炎、流行性脑脊髓膜炎、麻疹、白喉、蛲虫病、沙眼等）均可在托儿所、幼儿园中流行。因此，防止传染病在托幼机构发生和传播是卫生防疫工作的重要任务之一。日托的儿童每日与家庭和社会接触，带病入所或带病到家庭的机会均多。全托的儿童亦应注意防止其在周末带病回家并在周始带病入所。当托幼机构有传染病流行时，应立即采取隔离消毒等措施，在此期间不可接受新儿童入所。新儿童入所时，应持健康证明，防止带病入所。托幼机构的工作人员应定期进行健康检查，凡患结核病、病毒性肝炎、细菌性痢疾或白喉的患者或病原体携带者，以及伤寒带菌者等，应暂时调离托幼机构。

学校传染病的发生受着许多因素的影响，如社会中的流行情况、学校的大小、学生集体免疫水平、学校的卫生设施及防疫措施等。学校发生传染病流行时，传染病有被学生引入家庭的危险。农村中村与村之间传染病的传播，常通过小学生而实现。因此，应提高学生的集体免疫水平，加强卫生宣传，采取卫生防疫措施，以预防传染病在学校中流行。

疾病的时间分布　疾病在一定时期内的分布是有变化的，特别是传染病，其变化更为明显。一些慢性疾病，如肿瘤，在短时间内看来有一定稳定性，只有通过较长期观察才能发现其变化趋势。

（1）长期变异：在一个相当长的时期内，某些疾病在发病率上或病情的严重程度上，或两者同时发生变化，或自然终熄。

几十年来某些国家肝硬化的死亡率曲线同酒（折合成酒精）的消费量的曲线是平行的，认为喝酒可能是肝硬化的一个危险因素。

近几十年来，细菌性痢疾发病率上升而病死率下降，轻型病例及带菌者增多，表现出明显的变迁。这主要是由于菌型的构成有很大变化，宋内和福氏痢疾不断增高，而志贺痢疾明显减少，前两种菌型在外界抵抗力较强，它所引起的病例轻型居多；而志贺菌在外界生存能力弱，它所引起的病例临床症状较重，易于发现及时予以隔离治疗等所致。近百余年来，猩红热的病死率一直在下降，但发病率并无变化。有些疾病由于有了有效的防治手段，其发病率已逐渐下降，有的被控制在相当低的水平，如脊髓灰质炎、麻疹、白喉等；有的已经被消灭，如天花。但同时也有些疾病在长期观察中有明显上升趋势，例如病毒性肝炎、肺癌、精神障碍等。

（2）周期性流行：周期性是指传染病经一定周期发生一次较大流行。有些传染病发病率的起伏不是年年一致的，一次大流行出现之后，随后一年或数年内仅有幅度参差不齐的小流行，然后再来一次显著的高峰。出现周期性的疾病往往具备以下几个条件：①流行的起伏主要受人群免疫水平升高或下降的影响。②人口较多的地区，如都市，经常有该病种存在，不需自外地输入。③传播机制容易实现，人人经常有同等被感染的机会。④没有特效的控制措施或有而未用。周期性流行主要是一些呼吸道传染病，如猩红热、水痘、百日咳、流行性感冒等。

周期性的周期长短不是固定的，而是可以改变和消

灭的。例如，随着麻疹活疫苗的广泛应用，目前许多城市已改变了麻疹周期性流行的面貌。天花原来也有周期性，普遍实施种痘后，天花就不发生了。

了解和研究各种传染病的周期性变化规律，可以提前做好预防工作，以利于控制疾病的流行。

(3) 季节性升高：某些传染病在一定的季节内呈现发病率升高的现象，例如流行性脑脊髓膜炎在冬春之交，流行性乙型脑炎在夏秋之交，流行性出血热在秋冬季，疟疾在秋季，霍乱在夏季，伤寒在秋季等。各病的季节性升高主要由于该季节存在着有利于该疾病传播的因素。

虫媒传染病的严格季节性主要与吸血节肢动物的寿命、数量、吸血次数、活动能力、媒介体内病原体的发育和致病力等有关，而这些又都直接受到温度、湿度等的影响，如疟疾、丝虫病、流行性乙型脑炎、鼠疫等。

肠道传染病多见于夏秋季，因为夏季气温较高，某些细菌在食物或水中易于生长繁殖，易造成感染；夏季地面水、井水的污染机会多，饮用生水以及生吃瓜果的机会增加等。

疾病的地区分布 疾病在不同地区有不同的分布。通过流行病学研究，阐明分布不同的原因，对防治策略的拟定有帮助。研究此项问题者特别需要有医学生态学观点。

寻找疾病分布不同的原因可从三个方面着手：居民的特性，致病因子的特性、环境。各因素可单独发生作用，或者在更多情况下联合发生作用。如果疾病的发生确与当地环境的固有因素（如理化因素、生物因素）有关，可出现下列特征：①当地不同种族的发病率均高。②同种族居住于别处者患病不多。③外来居民经一定时期后同样发病。④当地居民迁出后发病降低。⑤动物可能有类似病症。一般认为上述五点是判断地方性疾病的依据。

(1) 地区和国家之间疾病的分布：不少疾病在世界各个地区或国家间分布极不均匀。黄热病呈地方性分布于南美和非洲；各类肿瘤既是普遍分布于各国，而又是相对集中于某些地区，有些肿瘤高发区与低发区之间相差明显，发病率（或死亡率）相差倍数可高达数百倍。

世界各国或地区的疾病分布很不一致，形成了不同的“疾病谱”。当两个地区或国家的地理生态学特点相似时，则“疾病谱”类型也相似。以不同肿瘤的发病率所构成的“癌谱”为例，英格兰、威尔士和苏格兰很相似，都以肺癌、乳腺癌发病率高，而鼻咽癌、肝癌发病率低。日本与智利相隔重洋，但其“癌谱”很相似，故有“日本—智利癌谱”之称。

(2) 国家内疾病的分布：在一个国家内，疾病的分布亦很不同。中国的血吸虫病有较严格的地方性，分布于长江以南13个省市区，因为南方的气候条件适合于中间宿主钉螺的孳生；森林脑炎分布于北方森林区，因为那里的条件适合于森林蜱（媒介）的生长繁殖。食管癌在河南、河北、山西三省交界的太行山区，尤其在太行山的南段发病最高；而鼻咽癌以广东发病最高，也是世界鼻咽癌的高发区。食管癌和鼻咽癌的高发原因尚在研究中。

(3) 疾病在城乡的分布：城市人口多，密度大，交通频繁，人口流动很大，一些传染病被带入城市的机会多于农村，传播亦迅速。呼吸道传染病，如水痘、百日咳、链球菌感染等终年不断发生，并往往形成周期性流行。城市给水设施及监护系统比较严密，卫生设施较好，肠道传染病经水传播的机会较少，即使发生亦易得到控制。

在交通不便的农村，病种被带入的机会较少；带入农村之后，在村间传播也比较迟缓。传染病在农村内传播的速度取决于：①村内人口的密度。②村民接触的机会。③村民集体免疫水平。农村卫生设施较差，肠道传染病如痢疾、伤寒、病毒性肝炎等都是农村面临的重要问题。另一些传染病如血吸虫病、钩端螺旋体病、疟疾、丝虫病、钩虫病等，也是农村防病工作中的重要问题。

临床流行病学

临床流行病学（clinical epidemiology）是流行病学中的一门应用学科。它从临床工作出发，研究各组病人或病人所在的社团开展保健服务、临床决策、卫生经济工作有关的原则和方法。有时也研究医疗保健和卫生服务的实际效益与效果。

有人把临床流行病学归纳成：设计（design）、测量（measurement）和评价（evaluation）三大部分，简称DME。设计是运用正确的方法研究人群中影响疾病和健康状态的因素、筛检方法、防治措施。设计包括各种研究型式的选择（如随机对照试验、病例对照和队列研究等）和研究对象的组织和研究结果的统计和分析。测量是各种定性和定量测定指标的正确运用。对症状、症候、转归、行为和功能等正确表达方法的研究。评价是对临床工作中有效性、真实性和实用性的评估。除了运用一般科学知识、统计学技能外，有时进行卫生经济学的评价。

流行病学早已成为医学研究的基础学科之一，但将流行病学揉和到临床医学，在临床诊断决策，改善临床管理，正确掌握临床医学最新进展等方面发挥作用还是最近十年的事。临床流行病学主要研究内容如下：

(1) 临床流行病学在诊断工作中的研究：临床诊断的策略；临床检查的差错和选择；诊断试验的敏感度和特异度以及早期诊断的意义等。

(2) 临床管理方面的研究：预后因素与生存分析；临床试验和优化治疗方案的设计；依从性等。

(3) 正确掌握和运用临床最新成就的研究：判断标准；信息来源以及在临床决策中的作用等。

(4) 近年来临床流行病学注意到罕见疾病的病因学研究、三级预防措施以及卫生经济学方面的研究。

实验流行病学

实验流行病学(experimental epidemiology)是指在现场人群中进行的流行病学实验，这种实验包括干预实验、临床试验和现场试验，也可用于治疗效果的评价。早年有些学者在实验室中研究疾病在动物群体中流行的因素和机制，因此，目前实验流行病学的概念和用途已大大扩展了。

现场实验是对健康对象使用人工手段影响某一疾病的自然分布规律，从而探索某一因素是否为流行因素或某一措施是否有效。现场实验主要用于研究病因，鉴定生物制品、药物和其他措施的预防或治疗效果。经过观察及实验室试验后，其最后鉴定需要在现场人群中进行。目前常用的具体方法有下列几种：

(1) 严格实验设计的现场实验：这是近 30 年极力提倡的方法。要求：①按实验目的，选定研究对象，然后用随机法将他们分入实验组及对照组。②随机分组后，检查两组在年龄、性别、生活工作条件，及在时间、地点等方面确具有可比性。③诊断标准，发现病人方法以及评价标准必须完全相同。④采用双盲法和安慰剂，以避免调查者和被观察者的主观因素影响实验的结果。⑤检查实施计划，确保落实贯彻。⑥将获得结果进行统计学分析。只有严格的设计才能获得可靠的实验结果，例如：中国 1956 年在同一单位 1 012 名士兵中试验痢疾噬菌体有无预防痢疾效果。实验结果是无效，从而停止使用痢疾噬菌体。

(2) 以一地区居民作为试验对象，同时设立大致可比的对照地区进行对比观察：用以鉴定某一措施的防治效果以及寻找某一慢性病的危险因素。芬兰是世界上冠心病发病最高的国家之一，1972 年在该国东部北加里(North Karelia)(人口 180 000)试图预防此病，采取针对吸烟、高血压、高血脂三个主要危险因素的种种群防群治措施。同时也在该国东部设一情况大致可比的对照区——柯比欧(Kuopio)。在对照区里不积极开展防止冠心病的措施和宣传，任其自然发展。逐年比较两个地区居民的吸烟及膳食习惯的改变情况，高血压患者就医率、总死亡率，以及冠心病、脑卒中、心肌梗死等病的发病率及死亡率，以便对所进行的群防群治措施进行效果及经济效益的评价。

(3) 观察和比较采取措施前后的发病率：此法适用于经过长期观察而流行规律已被摸清的一些疾病，如白喉、麻疹、脊髓灰质炎等。这几个病的发病率在大规模使用类毒素、疫苗之后，呈现大幅度下降，使其流行曲线完全改观。这种现象不只出现于一地，且出现于世界各地，故可断定这一现象的出现是由于人工手段而不是疫情自然波动所致，从而可以鉴定所采取的措施是有效的，但此法不宜用于流行规律尚未摸清的疾病或短期发生的疫情，因为在此情况下，流行曲线的变动往往不易判断是由于防制措施，还是疫情自然波动，抑或两者所致。

(4) 采取所谓"自然对照法"：在人群中进行某一预防接种或药物预防时，如采用自愿办法进行，必然有愿来和不愿来注射或服药的人，结果自然而然形成试验组和所谓"对照组"。这样分组存在着两组的可比性问题，因而对预防效果作出正确的评价是很困难的，或者是不可能的。

生物制品、药物或某措施的预防效果的最后鉴定要靠现场实验。从测定预防的效果，有时亦能用于寻找病因的线索，如用改善膳食成分的办法以预防坏血病、糙皮病、脚气病等营养缺乏症，从而寻找这些病的病因。上面提及芬兰对冠心病所采取群防群治措施可以说既是效果鉴定，又是寻找病因的现场实验。

实验流行病学所需样本大小，可按试验所要求的精确度和把握度(power)(即α和$1-\beta$值)以及试验组和对照组预计的差别、经济、时间等因素来考虑。对不连续资料计算样本大小可用前瞻性调查公式：

例：对照组发病率 40%，通过干预发病率下降到 30%，如$\alpha=0.05$(查常态分布表，示$Z_\alpha=1.96$)，$\beta>0.10$($Z_\beta=1.282$)，$\hat{P}_c=0.40$　$\hat{Q}_c=0.60$，$\hat{P}_t=0.30$　$\hat{Q}_t=0.70$

$$\bar{P}=\frac{(0.4+0.3)}{2}=0.35 \qquad \bar{Q}=1\quad \bar{P}=0.65$$

$$n'=\left(\frac{Z_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{P}\bar{Q}}-Z_{1-\beta}\sqrt{(\hat{P}_c\hat{Q}_c+\hat{P}_t\hat{Q}_t)}}{(\hat{P}_c-\hat{P}_t)}\right)^2=\frac{(1.96\sqrt{2(0.35)(0.65)}+1.28\sqrt{0.4(0.6)+0.3(0.7)})^2}{(0.4-0.3)^2}$$

$$=480$$

每组约需 480 人，对照及干预两组共需 960 人。

分子流行病学

分子流行病学(molecular epidemiology)是正在发展的一个流行病学分支。它应用分子生物学技术研究病原微生物的蛋白质和核酸分子结构上的差异，主要用来阐明感染性疾病的流行病学问题，如病原体的检测、分型、变异和流行过程的追踪以及传染病的自然史等，在国外，对暴露于化学致癌剂的人，检测DNA特有的分子标记，DNA受损程度并观察其结局的工作亦称为分子流行病学。

目前在流行病学研究中常用传统的生物学方面的检测技术，如病原体分离、形态观察、血清反应、生化反应、组织培养、动物反应类型等都是病原体表型特征，分子生物学技术则是分析病原体的基因型特征。表型特征易受环境因素影响，基因型是遗传特征，相当稳定。病原体的基因特征是病原鉴定和诊断的重要依据；应用分子生物学技术分析研究其基因型对于深入认识某些流行病学问

题更有意义。

分子流行病学的常用技术 （1）质粒图谱分析：质粒是细菌体内一种能自我复制并且有一定生物学功能的染色体以外的DNA，它呈环状双链结构，能表达毒素抗药性等，并可在细菌之间传递。细菌体内质粒的大小不一，数目不等。在一定时间内和一定地区，某些细菌带某种质粒或某几种质粒是相对稳定的，因而可以用来分析菌株之间的关系。从细菌体内提取质粒DNA，经琼脂糖凝胶电泳，可显示出电泳条带，比较它们的大小和数目，以确定各菌株间的异同。

（2）限制性内切酶图谱分析：从DNA病毒或细菌培养物提取DNA，用限制性内切酶消化，经电泳可形成一定的图谱用作比较。限制性内切酶是一类DNA切割酶，它能在DNA碱基序列的一特定位点上降解DNA，并在该点上使DNA分开成为DNA片段。各种内切酶识别位点的能力不同，如内切酶EcoRI，识别DNA链上的A—G位点，EcoRⅡ识别G—C位点，HindⅢ识别A—A位点因此一种内切酶对相同的DNA链切出的DNA片段大小及数目相同；对不同的DNA链，由于链的碱基组成不同，切出DNA片段大小及数目不同；不同的内切酶对同一DNA链，由于识别位点不同，切出的DNA片段大小及数目不同

（3）基因探针和核酸杂交：探针是标记了的单股DNA或RNA，它可以与样品中的互补碱基序列形成氢键而杂交，即根据碱基配对原理A与T配对，G与C配对单股核酸碱基互补作用的准确性，是探针特异性的基础。探针的分子量小，结构明确，且仅负责编码一种表型特征者，特异性高；由整个基因组或质粒构成的探针，特异性差；有人认为这算不上是探针。

（4）寡核苷酸图谱分析：从病毒提取并纯化的RNA，经RNA酶消化，产生大小不同的RNA片段，即寡核苷酸，这些片段通过双向电泳，便形成扇形的寡核苷酸图谱。分析图谱上新出现或消失的点，以判断被检标本异同。寡核苷酸在第一向(pH 3.5)电泳时，由于所含腺嘌呤(A)、胞嘧啶(C)、鸟嘌呤(G)、和脲嘧啶(U)量不同，净电荷不同(带电荷大小顺序C<A<G<U)而分开。第二向(pH 8.0)电泳时，依此寡核苷酸分子量大小而分开，结果图谱呈扇形。

（5）RNA病毒、轮状病毒、呼肠病毒的RNA基因组呈片段状。从标本中提取RNA病毒，经聚丙烯酰胺凝胶电泳，染色后可得到不同的条带，分析比较条带的数目和宽窄。

分子流行病学的应用

有关病原体的研究 （1）病原体的检测：在流行病学研究中，要求检测病原体的技术既敏感又特异。最近发展的cDNA—RNA分子杂交技术可直接检测病毒核酸，比以免疫学为基础的ELISA和放射免疫法更为敏感。用cDNA—RNA分子杂交法检测急性期甲型肝炎病人粪便标本，阳性率比ELISA提高18.2%，并在毛蚶体内直接检出甲型肝炎病毒。

合成的有21个碱基对的DNA探针与诊断疟疾的传统方法血膜镜检一样敏感，检查村民和疟疾病人的结果两者相平行。这种探针有很高的特异性，检出的低限为100个原虫/μl。

大肠杆菌E.coli毒素探针检查水中的产毒大肠杆菌，在1ml仅有1个细菌时，可得到阳性结果，又不受杂菌存在的影响，而标准方法检出的最低限为10^5个细菌

（2）病原体进一步分型：同种不同型的病原体在流行病学特征上可有不同。病原体的分型愈细，愈能使流行病学的研究作得精确。腺病毒(Ad)有80多个型，已鉴定的人腺病毒有31个血清型。7型是常见的一个，采用限制性内切酶技术可再细分为：Ad 7b, Ad 7a, Ad 7c, Ad 7d, Ad 7e和Ad 7f。Ad 7c占90%左右。不同地区存在型别不同，中国常为Ad 7d；不同地区型别发生交替的年份亦不相同。限制性内切酶分析结果特异性很高，腺病毒8型可再分为三个亚组，用参比血清作血凝抑制试验和中和试验都无法区别。

轮状病毒有11个RNA片段，经电泳分析，可将四个血清型分为两个亚群，血清型2属于Ⅰ亚群(短型)，1，3，4型属Ⅱ亚群(长型)。1982—1984年上海出现长型轮状病毒引起婴幼儿急性胃肠炎。

（3）鉴别病原体的致病性：同种不同株的病原体有的致病，有的不致病或致病力较低。一般用动物实验来衡量。质粒分析可鉴别出临床上分离到的白色葡萄球菌是否致病，因为它们的质粒图谱不同。

白喉自然史中一个有争议的问题是：白喉杆菌非产毒株，在适宜的条件下能否变为产毒株。流行病学证据虽已证明，白喉非产毒株同样能引起感染，甚至使病人死亡，但实验证据一直不足。白喉β噬菌体毒素基因探针与产毒株白喉杆菌都起反应，与非产毒株起反应亦达1/3(14/43)。从而确证非产毒白喉杆菌具有产毒基因

（4）分析病原体的变异：变异是一切生物的普遍特征之一。有些病原体的性状相当稳定，如麻疹、风疹病毒；有的极易发生变异，如甲型流感病毒。病原体在传播和流行过程中受到多种因素的影响，如宿主的特异和非特异抵抗力，温湿度和辐射等外界因素，可引起某种或某些性状的变异。病原性状的变异的察知，受检测方法的影响，敏感特异的方法可查明病原体微小的变异。寡核苷酸图谱分析证明，1977年中国出现的甲型流感(H1N1)病毒，源于1950年流行过的H1N1毒株；同年世界各国出现的H1N1和H3N2两种亚型混合流行的毒株中，H1N1株是不含H3N2基因的非重组株。

有关宿主的研究 （1）判断传染源的传染性：同为传染源，其作用有大小之分，传染性有强弱之别。乙型肝炎患者或HBsAg携带者，同时HBsAg阳性，提示病毒在体内繁殖，传染性较高；抗—HBe阳性一般认为传染性很

低。HBV—DNA分子杂交法检测HBsAg阳性，抗—HBe阳性的标本，结果50%HBV—DNA阴性。这与临床上观察到的HBsAg阳性抗—HBe阳性母亲能使其婴儿感染的结果一致。

（2）测定排毒期长短：宿主感染之后，无论发病与否，病原体总要离开宿主以取得进一步繁殖的机会；排毒（菌）是感染的结果。排毒期有长有短，有的连续不断，有的呈间歇状态。在后一情况下，再次感染引起排毒的可能性无法完全除外。常规方法鉴定从排毒者分离到S. Muenchen菌株，抗生素敏感试验结果与流行无关的S. Muenchen相同。质粒分析发现，流行中分离的菌株带有3.1及7.4 md二个质粒，与此次流行无关的洲及美国疾病控制中心保存的该菌株均不存在这两种质粒。从病家取得的大麻，每克含10^7个S. Muenchen细菌。

荷兰Amish人因宗教理由拒绝接种疫苗。1978年4月发生首例麻痹型脊髓灰质炎病例，接着在Amish人社区中病例不断增加，共计80例，以后又传播到加拿大3个省和美国6个州的Amish人居住的社区，历时13个月，共发生101个麻痹型脊髓灰质炎病例及32例无菌脑膜炎。3个国家分离到的毒株作了寡核苷酸图谱分析，发现图形十分相似；同一国家分离的毒株，只差1个点；首例和末例的图象上约有100个碱基对发生变化。它既展示了脊髓灰质炎病毒流行中在人体内连续突变和选择，又证明了这次流行过程的踪迹。

劳动卫生学

劳动卫生学（occupational health）是研究劳动条件与劳动者健康之间关系的一门学科。它从质和量两方面阐明劳动条件中的生产性有害因素与劳动者健康水平的关系，为保护和促进劳动者健康、提高作业能力、改善劳动条件所应采取的措施及卫生要求提供科学依据。劳动卫生工作的任务是：①识别生产环境中各种生产性有害因素及其对人体可能产生的不良影响。②研究生产性有害因素的致病及发病机制，为职业病临床工作中寻求早期诊断指标和有效的急救和治疗方法提供依据。③评价生产性危害因素对职工人群引起健康损害的频度和强度。④提出预防职业病、改善劳动条件的各项措施，其中应包括制订和修订卫生标准以及提出切实可行的科学管理方法。

人们在长期的生产实践中，对生产环境中各种有害因素与疾病发生、发展的关系，逐渐有所认识。中国最早的医学文献《黄帝内经》中已有关于中暑原因和症状的描述。隋代巢元方《诸病源候论》（610年）、唐代王焘《外台秘要》（752年）等书中，对产生有毒气体的地点、浓度的变动规律、测知方法和消除措施等，已开始有较系统的记载。北宋孔平仲《谈苑》中，已有关于汞中毒及矽肺的记载，李时珍《本草纲目》（1578年）、申斗垣《外科启玄》（1604年）、宋应星《天工开物》（1637年）等著作中，不仅对某些职业性疾病有详细记载，而且还总结了当时群众创造的经验，提出了一系列防治办法，其中有些措施在今天仍有其一定的价值。

在西欧，随着近代工业的发展，从16世纪开始出现职业性疾病的专门著作。1700年意大利的Bernardino Ramazzini出版《关于手工业者疾病的探讨》一书，详尽地分析和记载了许多职业危害与职业性疾病的关系。该书引起了马克思的重视，给予很高评价。随着大工业和自然科学的发展，医学科学也迅速发展，因而进入20世纪以后，世界上许多国家均先后形成了专门从事研究劳动卫生的学科。近年由于研究的范围已扩大到各行各业，除了产业工人外，还包括文化教育、科学研究、行政管理人员在内，他们在各自的职业岗位上，都不同程度地受到环境中各种有害因素、生活方式、劳动卫生服务质量的影响，因此，为促进和维护所有职业人群在身体、心理上的健康，目前，世界卫生组织和不少国家及地区把这门学科称为职业卫生学；日本则称为产业卫生学；英美过去称为工业卫生学，现多用职业卫生学。学科名称虽不相同，但其内容和范围基本相似。中国的劳动卫生是在解放后才作为一门正式的学科逐步发展和壮大起来的。由于接触职业性有害因素的强度过大，时间过久造成机体功能性或器质性改变，并出现相应临床征象的疾病，统称为职业性疾病，包括职业病、工作有关疾病和外伤三大类（见"职业性疾病控制"条）。职业性疾病的内容分散在临床各科中，但常与劳动卫生学内容相提并论，如是应更正确地称为"职业卫生与职业医学"。

随着学科的发展，近年来劳动卫生学与其他有关学科综合而成立了若干新的分支学科，如劳动生理学、人类工效学、劳动心理学、工业毒理学、职业流行病学、职业病理学、妇女劳动卫生学、工业卫生化学及工业卫生技术等。晚近由于管理科学的发展，又产生了工业卫生管理学这一门新的边缘学科。

劳动条件一般包括生产工艺过程、劳动操作过程及生产性有害因素。其中生产工艺过程具有决定性意义。

生产工艺过程主要指由原料加工到成品的整个过程。劳动操作过程主要受生产工艺过程的支配和影响，如工艺从分散的个体手工操作改为集中的流水作业，则一切操作方式均须改变。生产性有害因素主要指物理因素（如气象条件、噪声等）、化学因素（如金属毒物、各种有机溶剂等）、生物学因素（如皮革作业环境可能接触的炭疽菌等）等，以及社会经济因素（劳动保护及劳动卫生、工艺技术和设备等）。生产性有害因素同样受到生产工艺过程的支配和影响，同时也受工程技术措施的影响。此外，劳动者的生活方式、劳动组织和安排如果不合理也均加重了有害因素的影响。由上可知，最根本的是彻底改革工艺，其次是采用有效的工程技术措施，这主要由工程技术人员来解决。卫生人员的作用是，周密地进行劳动卫生或

职业病调查,加强体格检查和有计划、有目的地进行环境检测或生物学检测,进一步掌握劳动条件对劳动者健康的影响和职业病发生发展的规律,提出有针对性的卫生保健措施(包括制订或修订卫生标准)的要求,这对于推动各项措施(包括诊断、治疗)的实施及提高其效果,使管理工作日趋完善有重要的作用。

不良劳动条件对人体健康的影响,绝大多数是可以预防的。随着工农业生产的发展和科学技术水平的提高,劳动操作过程和生产环境因素均将有较大的变化;因而职业病的病种、数量和病情轻重程度也必然随之改变。与此同时,随着新技术、新化学物质和某些物理因素的广泛应用,在生产环境中往往有多种(复合)因素同时存在,故对人体的影响也日益复杂多样,给劳动卫生工作提出很多新的课题。

为了判断某种影响健康的状况是否与某种特定的生产性有害因素有关,除进行必要的动物实验外,通常必须有流行病学调查资料作为依据。职业流行病学调查方法很多,但最重要的是必须证明:在各项条件基本相同的情况下,从事这种职业的职工中所发生的某种影响健康的状况,是否比不从事该职业的职工中出现频率高;是否存在接触—反应关系。

环境卫生学

环境卫生学(environmental health)是预防医学的一门学科,它以环境和人群健康为对象,应用医学、生物学和其他有关学科的理论与技术,研究环境与人体健康的关系,揭示环境因素对人体健康的作用规律;研究并利用环境中对人体健康有利的因素,消除不利因素;在现场调查和实验研究的基础上,为制订卫生标准提供依据;采取有效防治措施,以保护和增进人体健康。

广义的环境卫生学研究生产和生活诸环境中的卫生问题,统称为环境卫生科学。中国目前的环境卫生学(研究生活环境卫生为主)是与劳动卫生学(研究生产环境卫生为主)相对而言的。

环境卫生学是在卫生学基础上发展起来的学科。人类在和自然环境长期斗争和适应的过程中,一方面不断改变自身的功能以适应自然环境;另一方面不断改造自然环境使之适合于自身的生存和发展,机体和环境之间始终处于辩证统一的关系。中国古代《黄帝内经》中就贯穿着人与天地相应的思想,天就是泛指自然环境,相应即相互联系,说明了人体与天时地理等环境因素的对立统一关系。在古代预防医学思想指导下,中国劳动人民采取各种卫生措施预防疾病,保护人体健康。例如,早在周代,在城市建设方面已开始注意到按功能分区,划分行政区、商业区、宗庙区、住宅区等。在河北易县的出土文物中掘到战国时代(公元前403—前221年)燕国下都的陶质圆形下水道,这种下水道管径粗大,两端有牙槽,采取封闭连接措施后可防止污水渗漏。在欧洲,古希腊医学家希波克拉底(公元前460—前377年)也曾写了《论空气、水和土壤》的著作,阐述外界环境因素对人体健康的影响。

随着社会生产的发展,18世纪末到19世纪初,欧洲一些国家相继实现了工业革命,建立了资本主义工业。工人生活在恶劣的劳动环境和生活环境中,车间、矿井有害气体弥漫,粉尘飞扬,居室拥挤,饮食质量低劣,以致疾病蔓延。当时由于工业化程度不高,工业性质也不如现代复杂,主要是生产场所的劳动卫生问题;而环境卫生问题主要是贫苦的生活条件和由于病原体污染引起的传染病流行。到了19世纪后期20世纪初,社会生产和科学技术迅速发展,扩大了资源和能源的利用范围,增加了废气、废水、废渣的排放量,带来了明显的环境污染,环境卫生问题开始复杂化。本世纪50至60年代间,工业发达国家的环境污染日益严重,中毒事件经常发生,公害病逐渐猖獗,保护环境于是成为强烈的社会需要。研究环境污染与健康的关系;环境污染作用于人体健康的规律;环境污染引起疾病的前期效应;采取措施保护人体健康和进行卫生监督与评价等重要课题,已成为环境卫生学的主要任务和工作内容。

环境卫生学和许多学科有密切的联系,研究领域比较广阔,一般是:①应用流行病学、卫生学调查和统计学方法,研究生活环境中各种因素和条件对人群健康的影响及其作用规律,进而研究并总结如何利用环境中对人体健康的有利因素,控制并消除对人体健康的不利因素,为环境卫生监督和管理措施提供理论依据。②应用毒理学、生理学、生物化学等方法研究生活环境中与人群健康和疾病关系密切的化学、生物、物理因素对人体健康的作用机制,揭示环境致病因素的疾病前期效应,提出环境致病因素的限量基准和预防措施。③应用卫生学的理论,根据社会经济条件研究生活环境中的住宅、公共场所、公用设施的规划、设计、布局等,提出合理的卫生要求,为改善环境条件和创造优化的环境提供科学依据。④研究环境卫生工作的监测手段和环境卫生质量的评价方法,提高环境卫生学自身的业务水平,为加强环境卫生工作质量提供先进手段和有效的措施。

环境卫生学的研究步骤主要是通过现场调查以发现问题,然后通过论证以实验的方法来研究问题的关键所在,最终必须采取措施来解决问题,以达到环境的改善,三者必须先后相互配合进行到底,务使环境达到卫生要求。现场调查是从宏观的角度对空气、水、土壤和食物等环境要素在时空上的变化进行监测,以判断环境中某种要素在质和量方面的变化;然后根据一些特异性或非特异性健康效应指标进行环境流行病学调查,弄清环境因素与人群接触反应的关系。实验研究主要是以实验动物为观察对象,运用毒理学、生理学和生物化学方法研究单一的或者联合的环境因素对机体的作用机制,其中包括从微观的角度,通过组织学、分子生物学等方法阐明污染

物对人体系统、器官的早期作用以及对遗传因素等方面的远期效应；或建立环境污染物的实验动物模型，进一步确认宏观调查的结果，以使对环境因素的健康效应作出实质性的解释。最后采取必要的环境卫生技术，消除其危害因素，使环境得到有效地改善，从而保护人群健康。

营养卫生学

营养卫生学(healthy nutrition)是探讨人类营养和食物与健康关系的科学，是预防医学的一个组成部分。研究营养卫生的目的是根据中国卫生工作原则，以预防为主，通过合理营养和保证食品卫生质量来维护人民健康、增强体质，提高对各种疾病和外界有害因素的抵抗力，降低发病率和死亡率，提高劳动效率，延长人类寿命。

营养卫生学的发展和形成是长期以来人类生产和生活实践的结果。3000年前中国即有"食医"，表明已经认识到营养和食物与人类健康的密切关系。古老医学文献《内经》中即有"五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充"的合理营养的概念。

19世纪初以来，随着化学和医学的不断发展，现代营养卫生学逐渐萌芽。开始对蛋白质、脂肪、碳水化物、无机盐和人体需要的能量进行研究。19世纪末期又开始维生素的研究，对人类合理营养的认识逐渐完善。随着微生物学、化学和食品工业的发展，加深了人类对食物中毒、食品保藏、食品添加剂和食品卫生质量问题的认识。人类合理营养和食品卫生问题构成现代营养卫生学的基础和主要内容。20世纪初期，现代自然科学开始传入中国。中国学者虽对食品营养成分分析和人民营养状况调查作了大量工作，但由于客观条件的限制，营养学未能充分发展。1959年在中国医学科学院卫生研究所的主持下，开展了全国性营养调查，促进了中国食物成分表的出版；1962年提出中国人民膳食中营养供给标准，1980年和1988年两次讨论修订。

营养卫生学研究的主要内容如下：

(1) 营养学基础知识：主要阐明人体在正常情况下所需要的热能和营养素的种类、生理功能、数量及其来源(如碳水化物、蛋白质、脂肪、无机盐和维生素等)，探讨营养与特殊生理功能(如免疫功能)和某些特殊疾病(如肿瘤、动脉粥样硬化症等)的关系，以及特殊生理状况(如少年儿童、老年、孕母和乳母)和特殊生产劳动条件(如高温、寒冷和接触有毒化学物质等)下的营养膳食问题。

(2) 食品卫生基本问题：重点讨论影响食品卫生质量的各种因素及其作用规律和预防措施的原则。可能污染食品并影响食品卫生质量的重要因素有：细菌、霉菌及其毒素，农药、化肥等农用化学物质，工业废水、废气、废渣、有害金属、食品添加剂以及不合卫生要求的容具包装材料(如塑料)等。

(3) 各类食品的营养价值和有关生产、加工、储存、销售中的卫生问题：例如粮谷、豆类、蔬菜、水果、肉类、鱼类、调味品、酒类、冷饮食品、糖果、糕点和罐头食品等。

(4) 食物中毒及其预防：食用含有有毒物质的食品所引起的一些以急性中毒为主要临床表现的疾病。主要阐明可能引起食物中毒的食物、中毒表现、中毒原因和机制以及预防措施。

(5) 提高人民健康水平的途径和综合措施：即从食品的生产、加工、储藏、供应和烹调等各个环节综合考虑、全面规划，根据现代营养科学知识提出合理营养要求并促使其实现。

营养卫生学的研究方法：主要为化学、生物化学方法、微生物学方法、动物试验和人群健康调查等。化学方法可以测定各种营养素含量和食品中可能存在的有害因素；生物化学方法可以检测营养素的生理功能和某些有害因素对机体功能的影响；微生物学方法可以检出食品中的各种微生物；动物试验主要用于营养素生理功能与营养缺乏病的研究和食品中有害物质的毒性试验；人群调查是利用流行病学调查方法在有关的人群中直接进行观察，将动物试验结果加以验证。

营养卫生学主要向以下几个方面发展：①以分子生物学的观点和方法深入探讨主要营养素的营养生理功能，特别是对过去了解较少的微量元素和维生素等。②阐明衰老、感染及免疫、智力行为和精神功能、劳动效率、生长发育、肿瘤、心血管疾病等与营养的关系。③人类食品的新来源和新型食品的营养价值和食品毒理学问题。

食品卫生学

食品卫生学(food hygiene)是从预防医学角度研究防止食品中可能出现的有害因素及维护食品良质状态的科学。研究食品卫生的目的是阐明可能于食品中出现的有害物质及其作用机制，为提高食品卫生质量采取预防措施，并为制订食品卫生质量标准提供科学依据。食品中出现的有害物质，可能是于食品生产、加工、储存、运输和烹调等过程中混入；有些则来自外界污染，如霉菌毒素、有害金属、农药以及来自不合卫生要求的包装容具的杂质等。有时为达到加工目的，向食品中加入一定的食品添加剂，如食品添加剂卫生质量不好，含有损害人体健康的杂质也可造成食品污染，危害人体健康。有时是食品生产供销过程中环境条件促使农产品过早成熟、萎缩、外伤；加工过程使营养成分损失或感官性质改变引起质量下降。此外，尚有些有害物质天然存在于食品中或由于食品组成成分于某些情况下分解而形成。

食品中的有害物质 可概括分成下列三类：

(1) 化学性污染物：主要包括不合卫生要求或使用不当的食品添加剂，残留在食品中的农药、天然植物毒素，来自工业污水和生活污水的有害金属或其他有害化学物质等。霉菌污染食品后形成的霉菌毒素也属于化学

性污染。

（2）生物性污染物：主要包括引起食物中毒或肠道传染病的致病微生物、引起人畜共患的传染病和寄生虫病的微生物和寄生虫虫卵、能引起食品腐败变质的微生物以及昆虫等。

（3）放射性污染物：主要包括生产、使用或排放放射性物质造成的食品污染。有些放射性物质半衰期较长，污染食品后可于食品中存留很长时间，如牛奶中的⁹⁰锶。

维护食品良质状态，主要是保持或改善食物本身固有的感官性状，特别是在加工生产的工艺中使食品品质新鲜，外形完整，色泽鲜艳，具有独特的香和味。

食品卫生学的主要内容 主要内容如下：

（1）食品添加剂的卫生：主要讨论常用的食品添加剂及其使用中应注意的卫生问题。食品添加剂是为达到加工、储藏目的和增强改善食品色香味等感官性状而加入食品的一些化学物质。如食品防腐剂、人工甜味剂、食用色素和油脂抗氧化剂等。

（2）食品污染物的卫生：主要阐述食品污染物的来源、食品污染的过程、对人体危害的机制以及有关预防措施等。食品污染物是通过各种环节混入食品的各种物质。主要包括各种霉菌毒素、农药、来自不合卫生要求的容具包装材料和杂质、各种有害金属（如汞、镉、铅等）以及其他无机化合物和有机化合物（如氰化物、亚硝酸盐、亚硝胺等）。

（3）食物中毒及其预防：阐述食品中可能出现的有害因素所引起的以急性表现为主的一些疾病及其预防措施。

（4）食品企业卫生管理工作：主要讨论普遍大量食用的重要食品（如容易腐败变质或受微生物和寄生虫污染的奶类与肉类等动物性食品，使用食品添加剂较多的冷饮、糖果和糕点等）和为保证食品卫生质量以及从卫生防疫角度对有关食品企业进行卫生管理的具体措施。食品特别是熟食品的从业人员，必需要经过食品卫生知识培训与健康体检。

（5）进行食品卫生质量鉴定，制订食品卫生质量标准：经过卫生部门和食品工业部门的共同努力，中国已制订了许多主要食品的卫生标准，1978年开始正式公布。先后颁布的有国家标准GB 1—54—81、GB 136—152—81和GB 2707—2768—81等。1978年还颁布《中华人民共和国食品卫生管理条例》，1982年颁布《中华人民共和国食品卫生法（试行）》。对提高营养水平和食品卫生质量，保障人民健康均有重要意义。

食品卫生学的研究方法 主要研究方法如下：

（1）对食品的外观、色、香、味等各种感官性状进行感官检查。较为简便，能提供初步线索，可在现场进行，有时可检出用已知实验方法不能检出的一些食品质量变化，如嗅味变化。

（2）利用化学方法对食品中可能存在的有害化学物质进行定性或定量测定。

（3）采用微生物学方法检验食品中可能出现的致病菌和引起食品腐败变质的微生物；对霉菌形成的毒素则采用化学测定或动物毒性试验。

（4）动物毒性试验方法，是使动物摄入怀疑含有有害物质的食品，或摄入含有拟测试的食品添加剂的食品，或摄入可能污染有害物质的食品，然后观察动物可能引起的各种形态和功能的异常变化，借以评定上述各种受试物对机体的毒性作用。

（5）以食品毒理学的概念和方法，对新的食品添加剂和食品中可能出现的天然有毒物质、致癌物以及霉菌毒素进行深入研究。

卫生化学

卫生化学（sanitary chemistry）是研究环境和生物材料中化学物分析和检测方法的学科，其目的是为研究环境污染物对人体健康影响提供可靠、有效的方法学，以及为早期发现和预防由环境污染因素而引起的损伤、疾病提供信息。

人类每天离不开空气、水和食物，此种生命必需物如受到天然或人为的化学物质所污染，健康就会受到损害。食物除需保证洁净之外，尚需含有人体需要的各种营养和微量元素。为了确保人体的健康，人们需要经常监测空气、水和食物的质量。提供监测方法和进行监测工作是卫生化学的主要工作内容。

卫生化学检测除经典的化学分析方法外，当前使用的方法主要的有分光光度法、气相色谱法、高压液相色谱法、薄层层析法、电分析化学法和各种现代仪器分析方法。

一般来说，环境污染物在空气、水、食物和生物样品中的含量是极微的，因此必需使用灵敏度高、准确度好、特异性强的方法。对于元素分析以采用原子吸收、等离子体发射光谱法（ICP）为佳。后一种方法一次可以测定多种元素，有些可多达30到40种元素。1989年初，美国又生产一种微波等离子体原子发射光谱色谱检测器（AED），它可检测除氦以外的一切元素，检测限可低达pg级。在被测波段内有原子发射的元素均可同时被检测到，最多一次可同时检测四种元素。ICP和AED在环境监测和生物监测中很有发展前途。对于分析有机物质则以采用气相色谱法居多，其次是高压液相色谱法。有些样品需要进行定性和定量则以采用气相色谱与质谱联用仪（GC/MS）最为合适。

为了判断环境污染和致畸致癌物质对人体健康的影响，进行生物材料监测即测定尿、血、组织等生物样品中的有害物或其代谢产物是评价环境污染行之有效的方法。例如当人体摄入含有黄曲霉毒素的食物时，除了必需测定食物中含有的黄曲霉毒素之外，最好能测定血或肝

细胞中黄曲霉毒素和DNA结合的加成物，这对于黄曲霉毒素引起肝癌的流行病学的调查研究是很有价值的。总之，要了解环境与健康的关系，进行生物材料监测是很有必要的，此项工作当前尚在起步阶段，今后大有发展前途。

当前科学和工农业的发展突飞猛进，工农业生产的现代化和城市的现代化使工业过度集中和城市人口过密，环境污染由点污染扩大到区域性污染，况且污染物的种类不断增加，其排放量亦与日俱增。科学与工农业的发展给人们带来了幸福，但同时如忽视预防，也可能带来灾害。现人类正处在一个被各种有害物质所污染的环境之中，许多毒物通过空气、水和食物不断侵入人、牲畜和各种生物的体内，它不仅危害人和动植物的发育和生长，破坏生态平衡而且还阻碍生产的发展，为了解决这些问题都需要卫生化学。卫生化学所涉及到的有关科学基础，主要的有分析化学、仪器分析、环境化学、生物化学和一些基本的医学基础知识。

为制订和执行空气、水和食物中化学物的卫生标准，卫生化学检测成为极为重要的手段。

卫生微生物学

卫生微生物学（sanitary microbiology）是微生物学的一个分支，随预防医学的需要和发展而形成，主要研究人类周围环境中的微生物（包括致病的和一些非致病的）及其对人类健康的影响，并着眼于群体预防，以研究消除此类微生物所致危害及其预防对策的学科。

卫生微生物学的任务是研究各类微生物在各种外界环境中的生态，如分布、种类、生命活动规律及各种物理、化学、生物因素对它们的影响；研究各种环境中微生物的检测方法，研究被此类微生物污染的外界环境如何在疾病传播与流行中起作用，以及研究消除污染微生物，净化环境的对策；并建立卫生微生物学监测的指标和标准。

根据以上任务，卫生微生物学的研究方法，既可有客观的，涉及周围大环境的，也可有微观的，涉及细胞和分子水平的。在检测中，除一般微生物学常用的方法外，还采用各种物理、化学方法自环境样品中浓集微生物，是本学科的一个重要特点。因此，研究卫生微生物学，需要有较广泛的基础知识。

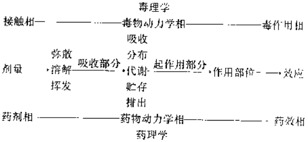
卫生微生物学与环境卫生学、食品卫生学和流行病学等学科有密切的关系，它是一门跨多学科的边缘学科。

有关卫生微生物学的研究，开始于17世纪，Leeuwenhoek用简单显微镜观察到了水中的各种微生物以后人们在各个领域的实践中逐步积累起大量有关这方面的知识，并逐渐认识到环境保护在预防疾病中的重要性，因此卫生微生物学自微生物学中分出，并受到重视。目前卫生微生物学不仅包括水、土壤、空气和食品中的微生物，还包括药品、化妆品和其他用品等中的微生物。也有人将医院和实验室等一些特殊环境中的微生物也包括在内。由于卫生微生物学涉及人类一切周围环境中影响人类健康的微生物，因此，它是今后预防医学中不可缺少的组成部分，而且必然会进一步发展。

卫生毒理学

卫生毒理学（environmental toxicology）是与公共卫生工作有直接联系的各个毒理学分支，包括环境毒理学、工业毒理学、农药毒理学、食品毒理学、放射毒理学等概括一起的名称。它是预防医学的一门基础学科。在国际文献中与卫生毒理学相对应的词应译为环境毒理学，包括生活和生产环境。毒理学是研究化学物对生物体的危害及其毒作用机制的学科。生物体经常与外环境进行物质和能量交换而保持动态平衡。某种化学物进入机体，较小剂量就能干扰和破坏这种平衡，甚至导致生物体死亡，这种化学物称为毒物。任何一种化学物在一定条件下都可能是有毒的，而在另一些条件下则对人体的健康是安全或无害的。毒理学的目的，就在于探求这些条件，阐明剂量-效应（反应）关系，为制订卫生标准及防治措施提供理论依据。其中主要的条件是毒物对人体的最小作用量。

毒理学最先是从药理学发展和分化而来，两者既有共性，又各有其特性。药理学主要研究药物对生物体的有益作用，从而发挥其在预防、治疗或诊断疾病中的效能；而毒理学则研究化学物在一定条件下对生物体的有害作用。一定剂量的药物，为达到某一治疗作用，必须用一定剂型，通过适当给药途径（药剂相）才能为机体所吸收、代谢和排出（药物动力学相）。在此过程中，有效成分在一定的组织或细胞内发生药物—受体相互作用，方能产生药效（药效相）。毒物进入人体同样具有三个相应的过程，即接触相、毒物动力学相和毒作用相。



毒理学与药理学的共性

接触相是指化学物的组成，理化特性，在环境中的含量（浓度）和进入体内的剂量及方式（如入体途径等）。毒物动力学相是指毒物进入体内的吸收、分布、代谢、贮存和排出过程。毒物通过各种途径进入体内，有的经过化学的或生物学的反应起质的改变；有的在组织内贮存。最

后，毒物及其代谢产物分别从不同途径排出体外。贮存的毒物常处于相对的惰性状态，但在适当条件下仍然可以进入血循环，表现其活性，故有潜在危害性。毒作用相是指毒物以活性形态到达靶器官或组织，决定于其理化特性及化学物的结构和与受体的亲和力。有些化学物就在接触的部位发生腐蚀或刺激作用。大多数毒物则需经吸收后通过体内转化，才发生全身毒作用。但局部和全身作用也不能截然分开，如皮肤接触强酸可引起局部灼伤，但同时能致全身性反应如肾脏损害。毒物的靶器官或组织多数是毒物分布、贮存的器官或组织，但也不完全如此，如铅贮存在骨组织内，而毒作用部位却以神经系统和造血系统为主。

毒理学又可按其主要的靶器官或组织而区分，如神经毒理学、肾脏毒理学等。随着分子生物学的发展，毒作用相的研究，已不限于靶器官或组织，而进入细胞和分子水平，称分子毒理学。用分子毒理学方法，研究化学物和辐射线等因素对生物体遗传的不良影响及其机制，这是涉及遗传学、细胞生物学和毒理学的边缘学科，称为遗传毒理学。

毒物对各系统的毒作用，除了一般的直接作用外，还有三种特殊情况：①身体原有缺陷或疾病，可以加剧毒物的毒作用。如化学物的某一剂量在一般条件下不产生毒作用，当靶器官有先天缺陷或发生病损时，则能引起中毒。②某些毒物，不论一次或多次进入生物体内，在接触时都不会立即引起任何反应，而在较长的潜伏期（潜隐期）后才显示作用。致癌作用即属于这一类。③大多数毒物引起的毒作用与剂量有关，但引起某些异常免疫反应，或具有致癌和诱变作用的毒物，则其毒作用与剂量之间尚不易确立或未见明显关系。

毒物引起的反应还可受到环境中其他许多因素的影响。两种毒物同时存在时，可产生联合作用。

总之，毒理学和药理学有相同的理论基础和研究方法，主要的差别在于药理学着重于研究药物防治疾病的作用及有效剂量。而毒理学则着重于探讨化学物对人的危害及防止发生危害的安全量。

毒理学还受到法医学需要而发展。到18世纪以后，由于工业的发展，毒物所致的职业中毒，成为工业毒理学的萌芽。直至20世纪40年代初期生产和使用人工合成杀虫剂DDT以后，工业生产中合成有机化合物的大量涌现和中毒事故的不断发生，促使了工业毒理学的形成和发展，并成为毒理学的一个重要分支。60年代以来，由于工业排放的化合物和人工合成化学物严重污染环境，危及人类健康，环境污染物所致的疾病相继发生，引起各国卫生工作者的重视；又由于分析化学、生物化学、分子生物学以及放射性核素应用技术等方面的飞速发展，进一步扩大了毒理学的研究内容，如化学物的致癌、诱变、致畸胎作用等；研究对象则从机体的微观世界和生物圈的宏观世界两方面齐头并进。在宏观世界，开展了环境污染物对人群危害的流行病学和生态学调查，明确了不少病因。在微观世界，发展到探索亚细胞和分子水平的变化，对毒物损害生物体的机制揭示了许多有价值的现象。

卫生毒理学的研究方法主要有实验室研究和直接对人体进行观察两个方面。

（1）实验室方法：可分为化学方法和生物学方法。化学方法包括研究化学物的组成，杂质的鉴定，不同条件下化学物的稳定性和溶解度，在溶液中的解离特性。空气、水、土壤、食品以及生物材料中毒物或其代谢产物的测定等。生物学方法主要利用动物实验，观察毒物对生物体的作用，包括生理、生物化学和生物物理学以及病理等方面的变化。

为阐明中毒的机制，需要研究化学物在生物体内的动力学，包括在活体内吸收、分布、代谢和排出，对靶器官、组织和细胞的影响，直至毒物与生物体在亚细胞结构和分子水平上相互作用的演变过程。

化学物的致敏作用和致癌、诱变、致畸胎等方面的特殊作用，影响毒性的一些因素以及特效解毒剂和实验治疗等的研究，也都需要用实验方法进行。

（2）人体观察：通过中毒事故的处理或治疗，可以直接获得关于人体的毒理学资料，这是临床毒理学的主要研究内容。有时可设计一些不损害人体健康的实验，利用对人体直接观察所取得的资料，提出更为切合实际的防治措施。

通过预防性体格检查，对接触毒物的人员进行健康状况的动态观察，同时检测环境中毒物的含量和人体排泄物或其他生物材料中毒物或其代谢产物的含量，用流行病学方法分析人群所受到的影响，不仅能发现损害健康的迹象，还可获得制订卫生标准的资料，以及其他预防措施的依据。用流行病学方法，可将动物实验的结果进一步在人群中验证，还可从对人群的直接观察中，取得动物实验所不能获得的资料，如有些毒物的毒作用不能用动物复制；很多毒作用的表现常为非特异性的，需要鉴别其是否与生活或生产中接触的毒物有关；或需要寻找接触微量毒物对人的无作用水平等。

所以卫生毒理学必须与流行病学相密切结合，有时还需要依赖流行病学作出最后的结论。在环境中存在某一种毒物，不可能使之达到绝对安全的水平（即“0”值），则应用各种观察方法，用动物实验及其他生物学方法，结合流行病学资料，在容许存在的水平与可能危害之间权衡利弊，称为危险度评价，这是80年代以来所发展的新概念。

卫生毒理学研究的成果，可为预防化学物在生产、使用及其对环境污染等过程中产生的危害提供理论依据，主要有下列几方面：①用于化学物安全评价。例如为筛选新农药提供安全评价资料；提供化学结构与毒性关系的资料，对探索改变化学基团以降低毒性有一定帮助；研究防治病虫害和对人的选择性作用及其机制，以研制高

效低毒的农药，对于其他工农业用化学物、药物、食品添加剂也需应用这类资料，以权衡利弊，作为取舍的依据。②提供人体接触化学物的安全量。例如提出生活和生产环境空气、饮用水及食品中污染物的限量，食品添加剂或残留农药的每天容许摄入量，药物的安全剂量。③提供动植物天然毒素的毒性资料，以估计和预防生活中可能发生的危害。④提供中毒诊断和治疗的依据。例如毒物动力学和中毒机制的研究成果，可为选择早期诊断指标，寻找解毒剂，解决中毒急救和治疗等提供线索和理论依据。⑤应用于法医鉴定、防化学武器、航天医学等方面。

卫生毒理学研究成果通过制订立法、卫生标准、宣传教育等手段，最后在公共卫生工作中实施，这部分内容称为管理毒理学，是80年代所发展的。

儿童少年卫生学

儿童少年卫生学(child and adolescence health)简称儿少卫生学，是保护和增进儿童少年健康的一门预防医学学科。其任务是研究正在成长中的机体与学习、生活环境之间的相互关系，找出影响儿童、少年健康的各种因素，利用一切有利因素，克服消极因素，提出相应的卫生要求和卫生措施，以达到预防疾病、保护儿童少年健康、增强体质、促进儿童少年身心全面发展的目的。

儿少卫生学又可称为学校卫生学，它所研究的对象是从出生到发育成熟为止正处在迅速生长发育过程中的年青一代，年龄范围为出生至25岁。根据中国卫生事业体制，对6岁以下儿童的工作属于妇幼保健范围，故儿少卫生学的服务对象以中、小学生为主，也包括幼儿园儿童和大学生，由此也称为学校卫生学。中国中、小学、幼儿园和大学生人数有3亿多，说明这一工作的重要性。

儿少卫生学研究的主要内容如下：

(1) 集体儿童健康状况：通过观察和研究，掌握不同年龄儿童少年的死亡率、死亡原因及其变化规律；了解学校儿童患病率、因病缺课率和体格缺陷的发生和消长的规律。通过以上研究，结合对该地区(或单位)群体儿童生长发育状况的分析，可对该地区(或单位)集体儿童的健康状况有一个较全面的了解。

(2) 生长发育：了解儿童少年生长发育的一般规律及动态；了解不同年龄、性别儿童少年的形态、生理及心理发育特点；研究各种影响生长发育的遗传和环境因素。不断改进对生长发育资料的搜集、整理、分析和评价方法，以便能更准确地衡量儿童少年的发育及营养水平。

(3) 营养：针对不同年龄时期，尤其青春发育期的代谢生理特点，研究他们对能量和必需营养物质的需求。要为儿童少年机构制订合理的膳食制度和食谱，组织和指导走读生的膳食，培养儿童良好的饮食卫生习惯，制订科学的食堂卫生管理措施。要为不同年龄阶段的儿童建立一个平衡膳食，既要预防营养不良，又要防止肥胖病的发生，以促进正常的生长发育。

(4) 疾病防治：通过定期的、专科的或全面的体格检查，及时发现各种急慢性疾病的早期症状并采取相应防治措施；在急性传染病流行时期，积极做好集体儿童机构的防治工作(如控制传染源、切断传染途径、管理易感儿童和预防接种等)；做好近视、龋齿、脊柱弯曲等学校常见病的预防和矫治工作；许多成年时期的常见疾病(如高血压、冠心病和糖尿病等)也应在儿童少年期就做到早期预防。

(5) 教育过程卫生：包括作息制度卫生、教学卫生、生产劳动卫生和体育卫生等。要研究儿童少年的各种生活要素，如学习、文娱、体育、劳动、休息、课外活动、进餐、睡眠等与健康和发育的关系；为他们科学地安排一个适合年龄特点的、既生动活泼又有规律有节奏的生活；既培养儿童的动力定型，又能在相对稳定的基础上发展和改善他们对环境变化的适应能力。

(6) 教学环境及设备卫生：儿少卫生学必须研究儿童机构的设计、建筑和设备，如学校场地的选择，教室的通风、取暖、采光、照明，课桌椅的合理设置，教学用具的卫生要求等，使这些外界因素能适合教学和生长发育的需要。

(7) 健康教育和卫生监督：儿少卫生工作人员要充分利用各种机会和宣传工具，经常向儿童少年宣传卫生知识，培养他们良好的卫生习惯；要帮助青少年抵制社会上各种不良风气的影响，如宣传吸烟的危害性等，使他们从小就养成清洁、卫生、文明的习惯；应适时地把性卫生知识教给青少年，帮助他们克服青春期各种卫生问题；特别要加强对青少年心理卫生的研究，防止各种不正常心理状态的出现，提高学习效果，预防青少年犯罪。

儿少卫生学的研究工作方法主要有现场调查和实验室分析两种方法，两者互相密切配合。现场调查应用流行病学和统计学为工具，开展一次性横断面调查或纵向调查。如在中、小学校对学生进行健康检查及形态、功能、素质的发育调查，或在现场进行某一疾病患病率或流行病学调查时，既可作一次性的大数量横断面调查，也可在较小的样本范围内作几年、十几年的纵向观察，以观察效果、动态及规律。实验室方法是现场调查的重要补充和深入。如利用物理、化学、生物化学、微生物学方法以及各种新仪器、新技术对从现场收集的生物标本或材料进行实验室的分析检查，必要时尚可进行动物实验。

社会医学

社会医学(social medicine)亦称社会卫生学，是研究社会卫生状况及社会卫生措施的一门学科。主要内容包括两部分：①社会卫生状况，首先是人群健康状况及其变动规律。②改善社会卫生状况，保护、提高人群健康水平的卫生措施。

社会医学以社会人群为对象，应用统计学、流行病学、社会学及经济学方法，进行社会卫生调查，研究社会卫生状况及其变动规律，找寻主要的社会医学问题，作出社会医学“诊断”；研究影响人群健康的各种环境因素，特别是社会因素，包括社会经济发展水平，生活与劳动条件，人们的生活习惯与生活方式，精神心理因素，医疗保健制度及卫生服务状况等对人群健康的影响，找出主要的社会病因，进行社会病因分析；针对现有的社会医学问题及其原因，提出改善社会卫生状况，保护并提高人群健康水平的社会卫生措施，即发展卫生事业，组织卫生服务的目标、策略、政策及措施。

古代中外医学家早就注意到人类健康与环境因素有关。中国古代医典《黄帝内经》中就有关于社会状况、居住环境、饮食起居的变化与疾病有关的论述。古希腊名医希波克拉底（公元前460—前377年）提出人的生活环境与健康有关，要求医生应熟悉病人的生活环境与生活方式，认为知道患病的人是什么样的人比知道这个人患什么病更重要，而医生应医治的不仅是病而是病人。古罗马名医盖伦（约130—200年）注意到社会环境和心理因素的致病作用，强调要研究健康与社会心理因素间的关系。这些朴素的社会医学思想虽然有其时代的局限性，但具有重要的历史意义。

在资本主义的产生和发展过程中，进步的医学家进一步认识到社会因素对疾病发生的重要作用。他们认为防治疾病单靠医生的技术与努力是远不够的，而必须运用社会力量，消除不良的社会因素，才能从根本上保护人类健康。法国大革命时期，一些社会卫生学家撰文揭露了工人们恶劣的居住条件和劳动环境对工人健康的严重危害。工人运动促进了社会卫生组织的建立、卫生立法及社会卫生措施的发展。19世纪中期法国医生盖林（1801—1886）第一次提出了“社会医学”这一名词。他把社会医学分为社会生理学、社会病理学、社会卫生学及社会治疗学四个部分。社会生理学研究人群健康与社会制度、风俗习惯、法律间的内在联系，社会病理学研究有关健康与疾病的社会问题，社会卫生学研究各种预防疾病增进人群健康的措施，社会治疗学研究应付社会发生异常情况时的“治疗”措施与手段。19世纪末，德国医学家格罗蒂扬（1869—1931）根据社会科学原理，通过系统调查研究，提出了从社会观点研究人类疾病的一些重要原则。他主张将社会医学列入医学课程。1920年他首次在柏林大学开设社会卫生学讲座。当时在欧洲，社会医学与社会卫生作为同义词使用。

十月革命后，苏联学者开始运用马列主义观点研究社会卫生问题和卫生工作的组织管理问题。莫斯科大学社会卫生学教研室主任，苏联第一任保健部长谢马什柯（1874—1949）认为苏联社会卫生学的基本任务是研究社会环境对人群健康的影响，研究消除对人群健康起不良影响的措施。

第二次世界大战以后，社会医学有了较大的发展。由于各国的社会制度、文化传统、卫生事业发展情况及所面临的任务不同，这门学科所包括的内容与重点不尽相同，学科名称也不一样。在英国，开始称社会医学，二次大战后改为社区医学，含有一定的地域范围，迄今这名称已广为应用。苏联开始叫社会卫生学，1941年改为保健组织学，60年代中期改称为社会卫生与保健组织学。在日本，社会医学与基础医学、临床医学并列，内容包括公共卫生学、卫生统计学、法医学、环境医学及医院管理等。在美国，除了社会医学外，还有医学社会学，是社会学中的一个重要分支。

中国解放前，在公共卫生中包括了社会医学的部分内容。中央卫生实验院（中国医学科学院前身）成立过社会医学系。新中国成立后，50年代初曾开设过卫生行政学及生命统计学，后来从苏联引进了保健组织学。50年代末举办过保健组织学师资讲学班，编写了本国教材，并结合中国实际，深入现场调查研究，总结经验，以探索中国社会卫生状况及卫生事业发展规律。从60年代初期起，这门学科曾中断。70年代末才再次得到发展：组织编写了《中国医学百科全书》中的《社会医学与卫生管理学》分卷，在中国医学科学院医学情报研究所成立了“国际保健研究室”，在一些医学院校中成立了社会医学教研室（组），对医学生、研究生及卫生管理干部开设了社会医学课程，建立了社会医学硕士研究生培养点，成立了中华社会医学会，出版了《中国社会医学》及《国外医学·社会医学分册》等定期刊物。与其他医学学科相比，中国社会医学是一门很年青的学科，如能从中国的实际出发，借鉴国外的有用经验，深入调查研究，掌握中国社会卫生状况及卫生事业的发展规律，一定能为发展中国公共卫生事业，提高人民健康水平方面起积极作用。

卫生管理学

卫生管理学（health management）是研究卫生事业发展的规律及影响其发展的因素，用管理科学的理论和方法来合理地分配卫生资源，提供最佳的卫生服务，满足整个社会对医疗卫生保健的需要，达到人人享有卫生保健的目标的一门学科，它也是管理科学在卫生事业中的具体应用。

自从有了人类集体生产活动以来就有管理的出现，管理科学的发展经历了科学管理前期、科学管理、行为科学及管理科学四个发展阶段。20世纪以来随着管理科学的迅速发展，卫生管理也逐渐成为一门独立的新兴科学。卫生管理学是指导卫生部门进行科学管理的理论和方法，使其能最大限度地利用人、财、物、时间、信息、知识和技能等卫生资源。

当前我国卫生管理学的任务是研究中国卫生事业管理的理论原则和实际应用；研究与中国国情相适应的卫

生政策；研究与卫生政策相适应的、最优化的卫生服务的组织管理和工作方法；研究中国及世界各国卫生事业管理的现状和历史经验。

要达到"2000年人人享有卫生保健"、卫生管理的内容应包括以下四个方面：①首先要确保有一个正确的卫生政策。②要将政策转变成策略。③进一步拟定具体行动计划。④要广泛使用适宜的技术，这些技术不仅是有科学性，而且有较高的可行性，并在经济上能够承受，易被群众所接受。

卫生管理还可从国家卫生事业宏观管理过程来分析其包含的内容，可将它看成是一个系统地、连续地制订国家卫生计划的过程，它包括以下九个部分：

(1) 制定国家卫生政策：国家卫生政策的制定是政府一项不断发展的活动，包括确定优先重点，提出改善卫生状况的目标以及实现这些目标的主要方针和规划程序。

(2) 制定总体规划：根据社会的卫生状况和社会经济资源的情况进行形势分析，从而制订国家的卫生策略和长远计划，确定重点目标、重点项目和实现这些目标所需的资源。

(3) 编制计划预算：按目标订计划，按计划再编制预算书，明确资金来源，根据计划项目合理分配资源。

(4) 制定国家行动计划：国家行动计划是实现国家卫生目标的一项总体计划，是进一步制订详细计划、预算、执行和评价的基础，使之转变为各部门的具体计划。

(5) 制订具体计划：各级卫生部门应根据上级的计划重点和策略，进一步明确人力、资金、设备等后勤保障，落实组织措施，并订出实施计划的时间表以及检查评价的方法。

(6) 实施执行计划：具体又可分为初期实施准备阶段、正常实施阶段及检查控制阶段。

(7) 评价：根据计划实施的情况进行监督、监测和检查。评价活动应立足于鉴定各项计划活动的效率，对计划进行成本效益和成本效果的分析，检查计划实施后对提高健康状况所起的作用和结果。

(8) 调整计划：根据评价结果信息的反馈，对计划作进一步的调整，使之更为完善。

(9) 卫生信息：为使有效地进行管理，需要及时地、准确地提供有关卫生信息情报，在贯彻"2000年人人享有卫生保健"的战略目标时，需要不断收集有关卫生政策、社会与经济指标、卫生保健及人群健康等方面的情报资料，并成立卫生信息系统，以支持卫生管理工作。

卫生管理学自20世纪30年代开始兴起，苏联60年代中期的社会卫生与保健组织学，其内容即以卫生事业组织管理为主。1978年颁发教学大纲成为医学生必修科，在卫生管理干部培训方面，1930年苏联创办了中央医师进修学院，为各级卫生部门干部开办各种专修班，基本任务是培养保健组织干部。

美国是卫生管理学发展较早的一个国家，其卫生管理学的发展起始于医院管理。第一次世界大战后，政府资助大力发展卫生事业，兴建医院。1965年美国联邦立法实行老人医疗照顾及穷人医疗救济制度，医院组织结构及医疗服务方面日益复杂。1983年美国国会改变医院补偿机制，使医院增加了财务危机，医院竞争兼并增加，新型健康维持组织出现，以控制医疗费用的上涨。上述过程反映出卫生事业需要进一步的改革，社会迫切需要一批具有现代管理知识和技术的管理人员来管理。1934年美国芝加哥大学工商学院首先开设了卫生管理学课程，40年代后美国其他一些大学也相继开设了类似课程。一些医学院校、公共卫生学院已单独或与工商学院联合举办卫生管理大学教育或毕业后教育计划，卫生管理学学士学位教育是在完成4年普通大学学习基础上再经2—3年专业教育；毕业后教育则包括硕士学位及博士学位，学制1—4年不等，卫生管理硕士学位(master of health administration)可以单独授予或作为公共卫生硕士学位(MPH)或工商管理硕士学位(MBA)授予，卫生管理硕士学位由于选修专业的不同又可进一步细分为医院管理、卫生计划与管理、卫生政策与管理、卫生服务与政策分析、医疗保健组织等硕士学位。申请学位者，需通过研究生管理入学考试(graduate management admission test，简称GMAT)。1948年美国在原医院管理大学教育联合会基础上，成立了美国全国卫生管理大学教育联合会(AUPHA)。目前全美有144所高等院校参加并开设了153个卫生管理及相关的教育项目。

西欧的卫生管理学及卫生管理教育发展较缓慢。1958年英国利兹大学成立了纳菲尔中心——第一所卫生管理干部培训中心，1986年成为世界卫生组织国家卫生事业管理协作中心，作为欧洲卫生管理研究中心并招收卫生管理硕士生，欧洲卫生服务研究大学教育协会(EAPHSS)是全欧卫生管理教育的组织。

澳大利亚政府1956年创办了新南威尔斯大学卫生管理学院。全澳共有11个大学和研究所具有卫生管理教育项目。并设有卫生管理教育计划秘书处(SHAPE)，协调全澳卫生管理教育项目。

除大学教育、毕业后教育外，世界各国还有短期进修培训教育、公开大学及函授教育。

中国卫生管理教育也有较长历史。新中国成立后，50年代初曾开设过卫生行政学，后来从苏联引进保健组织学，成立教研室，并列为医学院校必修课程。成立中央及各省卫生干部进修学院轮训各级卫生行政干部。1979年卫生部在广西南溪山举办了卫生管理干部短训班，开创了卫生管理的新局面。1982年开始全国先后创办了7个卫生管理干部培训中心，招收卫生管理大专班(二年制)。1985年部分院校招收卫生管理本科班(五年制)，1986年又举办了大专起点的卫生管理教师本科(二年制)。一些具有社会医学与卫生事业管理专业硕士点的学校开始招

收卫生管理硕士生。目前全国在卫生管理教育方面已具有研究生、本科、大专、短训班、专业证书班、函授等多层次的教育体系。管理学基础、卫生事业管理、医院管理、卫生经济、管理心理学、管理运筹学、卫生政策等课程已成为中国卫生管理教育的专业主干课程。

卫生管理学是一门综合性的学科,涉及面很广。西方卫生管理学的研究内容日益分化,并以案例分析作为教学和研究的一种主要方式。

卫生管理学研究范畴大致可分成以下几个方面:

(1) 卫生政策与管理:其内容为卫生政策定量分析和比较研究,政策目标及评价,评价不同卫生政策对社会、经济及健康的影响,卫生政策与法规,政治、政策与医疗保健等。

(2) 卫生计划与管理:其内容为卫生计划,执行和评价,医疗技术和卫生计划的成本效益与成本效果分析等。

(3) 卫生服务组织与政策:其内容为医疗保健组织、卫生服务的需求与供应,卫生保健的利用,卫生服务定量分析等。

(4) 卫生经济与财务管理:其内容为卫生服务的微观及宏观经济理论和方法,卫生问题的经济分析,控制成本的管理系统及公共政策,计量经济学,财务会计,资金筹集等。

(5) 运筹学及微观经济在医院管理中的应用:其内容为医院与社区、医院、门诊及长期保健计划的管理、医院质量控制、医院补偿、医疗机构的管理行为、人力资源管理、技术开发与评价等。

由于各国的社会制度、民族文化、卫生事业发展情况的不同,因此卫生管理学所包含的内容和重点也不尽相同,每个国家各有自己的特色,甚至连学科的名称也不一样。新中国建立 40 多年来,在卫生工作方面积累了丰富的经验,中国的卫生管理学,应该从中国的实际出发,总结中国卫生管理工作的丰富实践经验,特别是与社会主义初级阶段相适应的卫生管理模式和方法,探索其改革发展的规律。同时也要研究世界各国的先进经验,作为创建中国卫生管理科学的借鉴,为发展中国卫生事业,保护人民健康,加速实现社会主义现代化建设贡献力量。

卫生统计学

卫生统计学(health statistics)是应用统计学原理与方法研究人群健康状况及卫生事业管理的一门学科。其研究为确定卫生方针政策,编制卫生事业规划及计划,加强卫生事业管理,评价卫生措施效果提供依据。主要内容包括人群健康统计、卫生业务统计及相应的调查统计方法。

人群健康状况一般从生育、发育、疾病、死亡及寿命等方面去研究,人群健康统计分为医学人口统计、疾病统计及身体发育统计。医学人口统计分人口静态统计与人口变动统计。人口静态统计是某一时间断面上人口的数量、分布及结构的统计分析;人口变动统计是一定时期内人口出生、死亡及迁移状况的统计分析。人口出生率、死亡率及平均寿命等医学人口统计指标是评价人群健康状况的基本数据。疾病统计指人群患病水平、疾病谱、疾病分布及防治效果的统计分析。从居民病伤死亡原因统计中不仅可分析死亡率的水平、分布及其变动,还可以研究疾病对人群的生命影响程度,从人群因病伤缺勤、卧床及伤残资料的分析可了解疾病影响生产的程度。儿童青少年的体格、功能及智力发育水平及其变动的统计分析则不仅是研究青少年发育规律,也是客观反映人群健康状况的重要方面。

卫生业务统计包括卫生资源统计及卫生服务统计两方面。卫生资源指开展医疗卫生服务的物质基础,包括卫生人员、卫生经费,病床卫生设备及技术,以及由这些要素组成的卫生机构。卫生资源统计也称卫生事业基本情况统计,指全国或某个地区内卫生机构、人员、床位、主要设备及经费的数量、结构、分布及使用情况统计。这是反映卫生事业发展水平及对人群的卫生保证程度,是卫生资源的合理分配及有效使用情况的重要数据,是编制卫生事业计划及检查计划执行情况的主要根据。卫生服务统计指对居民所提供的各项医疗卫生服务数量、质量、效率及效益的统计,包括医疗服务统计、卫生防疫统计、妇幼保健统计、疾病防治统计及基层卫生保健统计等。卫生服务统计指标是评价卫生服务质量、提高卫生服务水平的主要依据。

卫生统计方法包括卫生调查研究的设计、卫生统计资料的收集及整理方法、卫生统计指标的计算与分析方法,以及社会卫生状况及卫生事业发展情况的统计描述、比较分析、推论预测等原理及方法。

中国卫生统计渊源很早,远在封建时期中国就有人口、出生及死亡统计,在历代史书上均有人口数及疾病流行情况记录。但是现代意义的卫生统计则是 20 世纪以来的事。清政府于 1911 年及民国政府于 1928 年曾先后举行过两次全国人口调查,少数学术单位及学者曾组织过个别城市以及农村县的生命统计试验,收集了一些人民健康资料,发表过若干论文及医学统计专著。1953、1964、1982 及 1990 年先后举行过四次人口普查,比较精确地掌握了中国这四个年份的人口静态资料。各级卫生部门培训了大批专职及兼职卫生统计专业人员,建立了卫生统计工作网及卫生报表制度,为系统、全面地收集、汇总、分析卫生统计资料,组织了几十个城乡居民病伤死因统计点及疾病监测点,以长期系统地收集死亡及疾病资料;还多次用普查、典型调查及抽样调查方法,收集寄生虫病、结核病、肿瘤等重要疾病、死亡原因及身体发育资料。通过 40 年代中期的全国死亡回顾调查及 80 年代初的全国 1%生育率抽样调查,掌握了全国性生育、死亡、死亡原因及寿命等资料。1984 年成立了全国性卫生统计学术

组织——中国卫生统计学会，出版了卫生统计定期刊物《中国卫生统计》杂志。

卫生统计是提高卫生事业科学管理水平、建设现代化卫生事业的一项基础工作，中国卫生统计事业虽已有了很大发展与提高，但仍远不能适应卫生事业发展及科学管理的要求，卫生统计专业队伍的数量与质量均不够要求，卫生统计技术与设备仍比较落后。为了使卫生统计工作能更好地为卫生事业现代化建设服务，需要进一步加强卫生统计基础工作，提高统计数字的准确性与及时性；要加强卫生统计数字的分析研究工作，充分利用已有统计信息来反映情况，分析问题，找出规律，提出有科学根据的建议，发挥统计工作的参谋与助手作用；要进一步改进与完善卫生统计制度与方法，健全卫生统计指标体系；要采取各种方式，培训提高卫生统计专业人员；要继续普及电子计算机技术，提高卫生统计技术水平。

放射卫生学

放射卫生学(radiation health)是研究放射性物质和电离辐射源对工作人员和居民健康的影响，并根据这些影响制定综合性的预防和防护措施，以保证劳动条件和生活条件安全的一门学科。放射卫生学的主要任务：研究各种射线对人体的生物学效应；调查使用放射性物质和电离辐射源工作人员的劳动条件及发病率；建立公众和个人的综合性防护措施；监督大气、水、土壤和食物的放射性清洁度；拟定防止放射性废物污染外环境的措施；研究和制定使用及生产放射性物质工作的卫生防护标准及防护规定等。

放射卫生学是一门综合性卫生科学，除了需要具有卫生学的知识之外，尚需具有放射生物学、生物物理学、核物理学、放射化学和放射毒理学等方面的知识，以建立新的研究方法和工作方法。因此，放射卫生学专业人员必须具有专门的知识和训练，具有发现问题及解决实际问题的能力，使可能产生的辐射危害减小到最低限度。

中国放射卫生学建立于60年代初，比其他卫生学科相应地要晚些，但它成功地利用了其他卫生学科所积累的工作方法和经验，及时地开展了大规模科学研究和现场实践工作，为中国核能事业的发展做出了一定的贡献。

为了保护从事放射性工作人员的健康和建立可靠的有科学依据的国家放射卫生监督系统，对各种类型核反应堆、荷电粒子加速器、大功率γ装置、不同类型医用射线装置以及各种放射性厂矿等劳动条件、辐射剂量和工作人员健康状况进行了详细的调查研究。

在从事高活性物质操作时，为了建立安全的劳动条件，根据生产场所放射性可能污染的程度，研制了不同类型防护皮肤表层和呼吸器官免受放射性污染和放射性气溶胶侵害以及消除皮肤和各种物件表面放射性污染的方法和用具。

为了评价居民可能受到的照射，应特别注意居民在诊断治疗和以预防为目的的X线检查所受到的照射，此外，由于空调机的普及和新兴建筑材料的增多，也应注意室内氡水平所引起的广泛放射卫生学问题。

受照剂量和生物效应之间的关系，特别是小剂量的生物效应与放射卫生标准的制定有着密切的关系。中国广东省阳江天然放射性本底地区居民健康状况的调查，医用X线工作者和其他放射性工矿企业单位工作人员健康状况调查，为国际上最有争议的问题——剂量与效应关系增加了一份很有价值的资料。

放射卫生学标准主要是根据国际发展的新水平结合中国具体情况而制定的。中国现行的是《放射卫生防护基本标准》(GB4792—84)。根据此标准又制定了一系列不同作业的次级标准和规定，对于加强放射卫生监督和管理有了可靠的依据。

目前，中国的放射卫生工作虽然已经有很大的发展和取得了许多成就，但是与中国核能事业发展的需要还有差距，尚存在许多新的和未完全解决的问题。放射卫生学今后发展的方向主要是：①深入进行放射卫生学和社会卫生学的调查，研究不同类型电离辐射特别是小剂量辐射对人体健康影响的规律，逐步完善放射卫生标准。②开展对辐射和非辐射因素联合影响下的劳动条件和工作人员健康状况的研究。③制订在体内积聚的放射性物质对机体长期慢性作用的实验模型，并探讨由动物实验资料过渡到人的方法和原则。④严格执行现行的"放射卫生防护基本标准"，加速制订各项次级标准和规定，使其逐步走上系统化和条理化。⑤改进剂量监测系统，完善工作人员个人辐射剂量和生产环境放射性物质污染水平的定期测量和记录工作。⑥研究体内放射性核素的直接监测方法，提高环境监测方法的灵敏度并求快速与简便等。

卫生行为学

卫生行为学(health behavior science)是指运用行为科学的原理和方法，探讨人的行为与健康的关系的一门学科，研究对象包括群体和个体。针对社会性卫生问题，研究人们对这些问题的心理反应和行为倾向，寻找控制方法，以促进健康、预防疾病及伤害的发生，是预防医学的一个组成部分。行为科学是研究在自然和社会环境下生物和人类的行为规律的综合性学科群，包括社会学、心理学、人类学和一些与之有关的学科。对人类而言，则是回答人们如何活动(行为)和为什么有这种行为，以预测和控制人的行为，为建设社会的精神文明服务。

一个世纪以来，在世界性的疾病谱转变过程中，预防医学所起的作用远超过旧医学的概念，其中行为科学的贡献尤其令人注目。自20世纪初，发达国家的急性传染病大流行就得到了根本性的控制，直接原因是预防接种、

改善饮食和居住环境，但究其根源，还在于人们采取了符合公共卫生要求的生活方式和行为。

慢性病是许多国家目前和将来的最主要的卫生问题。疾病的产生与不良生活习惯与行为密切相关。在美国，目前前十位死因中有七位与人们的不良行为直接相关，死于前十位死因的50%死亡者可追溯出具有不良生活方式和行为，如吸烟、酗酒、不良饮食习惯和无法适应工作生活中的紧张因素等。这些问题不是靠发明一物一药所能解决的。从另一个角度来看，却提供了预防医学尤其是卫生行为学所要探索的课题。

卫生行为学与预防医学的三级预防原则是密切联系的。在第一级预防中卫生行为学的根本任务是找出特定环境下人们的不良生活方式和行为倾向，探索影响因素，以寻找适当的干预措施来预防疾病的发生。①任何不良环境因素都不同程度地制约和影响人的行为，产生身心健康上的问题。如目前的计划生育政策将带来独生子女的教育问题。②人们的行为倾向对社会环境有选择性，往往特定人群具有特定的行为倾向，追求特定的社会心理环境。例如，老年人问题。③行为本身与疾病存在着联系，如吸烟与肺癌，幼儿偏食与贫血等。④人们对卫生问题的态度构成他们不同的卫生行为，例如对随地吐痰产生厌恶的态度。⑤人们的个性特征各异，使他们对环境刺激的耐受性各不相同，形成了特定的易感人群，如A型性格与冠心病发病的联系。

在第二级预防和第三级预防中的卫生行为，涉及病人是否就医，是否坚持治疗，不遵医嘱治疗的原因，病人治愈或症状缓解后能否坚持采用符合卫生要求的行为方式。这些问题涉及到病人的态度和社会因素的影响，一定程度上影响着第二级和第三级预防的效果。

影响人们卫生行为的因素很多，总的可归纳为两大类：环境因素和个体内在特征。在心理学中的环境是指社会环境，包括政治、经济、法律、宗教、风俗习惯和科学文化艺术等，它们往往对社会生活具有决定性意义；这些因素一旦发生变化，首先在意识上给予影响，然后促使人们去改变行为。个体内在特征由遗传和社会环境决定，包括受教育水平、种族、社会地位、态度和情感、性格、需求等，对个体行为的形成起着重要作用，如教育水平高的人群吸烟率低，戒烟率高。美国的研究资料表明，接受治疗人群中约有16.5%的人不坚持治疗，其中低收入家庭中不坚持治疗的达35.5%，经济地位显然起了较大作用。另外，紧张害怕、医生与病人关系、病人对疾病的态度等也起着一定作用。

卫生行为学的研究方法与自然科学相比，要复杂得多，因为人的行为受到许多因素影响，但是两者所采取的步骤基本相同。就研究的性质可把卫生行为学研究分为理论研究、应用研究和行动研究。根据研究的程度可分为描述性、预测性、分析性研究。搜集资料的方法有观察法、访问法、自陈法、调查法和实验法。卫生行为学研究的重点在项目评价和行为干预上。

另外，卫生行为学同样也可用于个体的诊断和治疗，例如行为矫正中的暗示疗法、厌恶反射法和逐步脱敏法等，国内曾有报道说利用暗示疗法治愈了许多绝育术后不明原因疼痛的妇女。健康教育的目的就在于让人们掌握自我保健知识并按其要求改变不良行为。

卫生行为学在中国还刚刚起步，可供研究的卫生行为课题很多。例如，精神卫生和精神疾病，近年来精神病发病率呈逐渐上升趋势，从解放初期的2‰至80年代的12‰；吸烟行为相当普遍；优生优育和独生子女教育问题；性观念转变和性病问题；青少年的性教育和性行为问题；社会人口老龄化问题；公费医疗制度下人们的就医行为问题；农村居民就医和预防保健行为问题；在职妇女的家务、工作双重压力问题；工作环境中心理负担和压力问题等。

康复医学

康复医学（rehabilitation medicine）是一门为了康复目的，应用医学科学技术和康复工程等手段，努力做到早期评价（诊断）、早期康复治疗，并且和社会康复、教育康复和职业康复相配合，借以改善，以至于恢复残疾者生理上、心理上的整体功能，为重返社会创造条件的学科。这是一门跨学科的应用学科，在理论上是以运动学、神经生理学、生物物理学为基础；在康复医疗上则与其他临床学科，尤其是创伤骨科、神经科、老年病科，以及医学心理学、生物医学工程学、社会医学都有密切联系。在医疗实践中，康复医学逐步形成一些分支，如骨科康复学、神经科康复学、心脏病康复学、儿科康复学、老年病康复学、肿瘤康复学、精神科康复学等。

康复医学是一门以功能为中心的医学。这里所说的功能，并不仅限于某一器官（例如心脏功能，关节活动度），而是着眼于生理上、心理上包括日常生活活动能力、社会活动能力诸方面的总和。其目标不仅限于治疗病伤，更重要的是改善整体功能，为残疾者能够过相对正常的生活，重返社会，为恢复作为社会一员的平等权利创造条件。

中国康复医学还处于开始发展阶段。随着物质文明和精神文明的发展，要求解决慢性病、老年病和残疾者的康复医疗等问题越来越突出。1990年12月29日，中国公布了《中华人民共和国残疾人保障法》，其中对残疾的预防和康复、培养康复医学人才、设立康复医疗机构等方面，都作了规定。

康复医学服务对象 早期，各国比较普遍的康复医疗对象为骨科和神经科的疾病和损伤；随后，扩展到心血管和呼吸系统一些疾病。近年来，主要对象是慢性病、老年人和残疾人功能障碍者，包括创伤、疾病、先天性和发育障碍所造成的残疾。对于一些精神、智力和感官方面的

残疾，现在也由康复医师配合其他专科医师共同处理。

康复医疗的主要病种　①骨关节系统、肌肉残疾：截肢、断肢再植后、腰腿痛和颈椎病、关节炎、关节置换术后、手损伤、骨折后和骨关节其他手术后、脊柱侧弯、进行性肌萎缩。②神经系统残疾：脑血管意外（偏瘫及其他残疾）、脊髓损伤（截瘫、四肢瘫）、儿童脑性瘫痪、脊髓灰质炎后遗症、颅脑损伤、周围神经疾病和损伤。③心血管和呼吸系统疾病：冠心病（急性心肌梗死后、冠状动脉搭桥术后）、原发性高血压病、慢性阻塞性肺部疾患、周围血管疾病。④其他：烧伤、癌症、慢性疼痛、麻风。此外，也有包括：感官残疾（儿童听力和语言障碍、盲人）、智力残疾（弱智、大脑发育迟缓）、精神残疾（精神分裂症、精神神经症）。

康复医学的内容　康复医学的实际工作包括康复预防、康复评价（诊断）和康复治疗。

康复预防　预防残疾的发生和发展，是康复医学工作的重点，需要在各级政府统一领导下，动员全社会力量积极参与。《中华人民共和国残疾人保障法》第一章总则的第11条中规定："国家有计划地开展残疾预防工作，加强对残疾预防工作的领导，宣传、普及优生优育和预防残疾的知识，针对遗传、疾病、药物中毒、事故、灾害、环境污染和其他致残因素，制定法律、法规，组织和动员社会力量，采取措施，预防残疾的发生和发展。"为使此法落到实处，康复医学工作者应当配合有关部门，进行残疾流行病学的调查分析，提出预防措施。预防残疾应遵循三级预防原则。

残疾的评价　康复医疗中，评价是基础和前提，而又贯彻始终，只是伤病种类、病程、部位等不同，具体项目和使用方法有所区别。

（1）评价的内容：按其程序有：①判断残疾的程度。②分析残疾的原因。③确定康复医疗的方案。④判定治疗效果。⑤再评价。⑥职业能力测定等。

（2）评价的项目：①关节活动度检查。②肌力检查。③日常生活活动能力评价。④步态分析。⑤神经肌电图检查。⑥心理评价。⑦心脏功能检查。⑧肺功能检查。⑨神经心理学检查（包括失认症、失用症检查）。⑩语言能力检查。⑪偏瘫的功能测定等。主要着眼于评价功能障碍。

康复治疗　（1）运动疗法、医疗体育和其他物理疗法：常用的运动疗法有医疗体操、耐力运动（有氧运动）、牵引以及太极拳、八段锦等民族形式的医疗运动。其他物理疗法，是指运用天然的或人工的电、热、光、水等进行医疗的方法。此外，还有生物反馈等。在康复治疗中，以应用运动疗法较多。

（2）作业治疗：这种疗法既有恢复功能或发挥残余功能的作用，又可以起到心理治疗的效果，作业治疗的种类如：①日常生活活动的训练。②假肢操作、使用的训练。③工艺作业治疗。④职业前训练。此外，还可运用文娱治疗、园艺治疗等。作业治疗部门还向残疾人提供简便、价廉的各种辅助器具，作为日常生活活动的辅助工具，以弥补功能缺陷。

（3）语言治疗：是对失语、构音障碍、口吃、听觉障碍的残疾者进行训练，以恢复或改善其听说能力。

（4）心理治疗：包括对残疾者和慢性病、老年病的功能障碍者，进行心理评价和心理治疗。

（5）康复工程学：依靠人工的支具来补偿残疾者功能不足，或靠某些用具来弥补其生活能力和感官的缺陷，例如为残疾者研制、装配假肢、矫形器以及残疾者所需的轮椅。

（6）康复护理：护理工作者根据总的康复治疗计划，通过心理支持、体位处理、膀胱护理、肠道护理、使用辅助用具的指导等，对于促进康复，预防继发性残疾都有积极作用。

（7）中医康复医疗：在康复医疗中，常用推拿（按摩）、针灸和穴位中药离子导入、药浴、食疗，以及中医的辨证施治等。此外，还有矫形手术、药物疗法、营养治疗，以及利用气候、海水、矿泉水、泥疗等自然因素。

健康教育

健康教育（health education）是以健康为目标的一种全民性教育。它具有自然科学与社会科学的综合性，旨在普及促进健康和预防疾病知识来提高群众的自我保健能力，改变人们对疾病和保健的认识、态度、行为，鼓励人们养成有利于健康的生活方式，合理地利用现有的保健设施和遵守公共卫生，为将来建立一个卫生文明的社会创造条件。所以，健康教育是联系健康知识和预防医学实践的桥梁，是预防医学的一个重要组成部分，更是开展爱国卫生运动，发动群众自觉地与危害身心健康的各种因素进行斗争的一项根本措施，对于提高全民族卫生、文化素质、移风易俗、建设社会主义物质与精神文明等方面都具有深远的意义。

健康教育的原则　（1）科学性：健康教育的主要任务是向群众传播预防医学知识，故不论在教育的内容和方法上都要遵循严格的科学性，内容确切无误、引用数据可靠、举例实事求是，切忌片面性与绝对化，以免造成群众的误解。

（2）群众性：主要体现在两方面：①接受教育对象的面广，因为这是一项造福于全人类的工作。②参与工作的人员甚多，不仅限于专职的健康教育及公共卫生工作者，还包括各级卫生保健人员、教育工作者、群众中的卫生积极分子等。因此，在开展工作时，要善于结合和运用大搞群众活动的方法，积极鼓励群众参与这一活动，让他们了解，维护和关心公众的健康是人人应尽的社会职责和公德。只有这样，才能造成广泛的影响。③在教育的内容与形式上更要考虑大多数人的文化水平和接受能

力,尽量把深奥的医学科学理论演变为深入浅出、通俗易懂的科普常识,才能使其家喻户晓,深入人心。

(3) 针对性:由于对象是整个人群,包括不同的年龄、性别、职业及文化程度,他们在认识水平、心理状态及对卫生保健知识的需求等方面不同。一般说来,多数人迫切希望了解与自己当时所处之身心健康有关的知识。例如青春期的少年对性发育有关的知识兴趣较浓、孕妇对围生期保健及科学教育儿方面的知识特别关注,而老年人则热衷于如何使自己延年益寿的养身之道。故针对不同的对象,应该因人施教。

(4) 艺术性:为了保证这一工作取得较大的社会效益,在教育形式方面要考虑不同对象的心理特点、兴趣爱好。例如低年龄的儿童,由于其思维方式是以直观形象思维为主,掌握的文化知识又少,理解能力受到一定的局限,故宜采用实物、模型、图画、录象等作为主要手段;对于文化水平较低的成年人来说,则宜以群众喜闻乐见的文艺形式进行宣传教育,通过形象思维、塑造人物、构思情节,使观众在艺术享受中接受卫生教育,然后理解所宣传的卫生知识和道理,奏效就更显著。近年来,随着人们生活水平的不断提高,先进的视听电器已进入千家万户,更为电化教育创造了有利条件。

健康教育的方法

健康教育计划的制定 在开展健康教育以前,应根据其目的、内容、对象、时间等不同而订出一定的计划,并确定近期及远期所要达到的目标及其对人群健康的促进作用作为效果的评价。

在制定计划以前,为了掌握一定的本底资料作为制订计划的依据,需进行各种类型的调查研究,称之为健康教育的诊断:

(1) 流行病学与社会学诊断:为了对当地人群迫切需要解决的卫生保健问题,有一个较为全面深入的了解,需要进行流行病学及社会学的抽样调查,经分析后,遂可发现当地主要危害人群健康的症结所在及其程度、分布、原因等。从而可了解当地人群的生活质量如何?影响因素何在?这些调查结果又可作为原始资料存档,当健康教育计划完成后进行效果评价时,作为比较。

(2) 行为学诊断:健康教育与行为科学的关系非常密切,许多不利于健康的生活方式和习惯与不卫生的行为有关。通过行为学的诊断,可区分出健康问题的行为学与非行为学方面的原因。然后按其影响程度、大小,列出有关的行为及顺序。所谓重要的行为可按下列依据进行判断:①经调查证实,行为与健康问题存在相关关系或因果关系。②它们出现的频度较高。

(3) 教育学诊断:教育学诊断的目的,主要是探索引起行为改变的最理想且切实可行的方式。影响个体行为改变的因素大致可分三方面:①诱发因素:作用于行为改变以前,往往是决定人们行为动机的因素,包括个体文化素质、生活条件、对卫生知识的了解程度、态度、信念等。②促成因素:也是作用于行为改变以前,但持续作用于行为改变过程中。即影响某些行为的形成或发生变化的有关因素,如个体本身的毅力、意志及其经济基础,社会所提供的有利与不利的条件等。③强化因素:主要作用于行为发生改变以后的一些可能促进或阻碍行为巩固的因素。例如一位吸烟而致慢性支气管炎的患者,当其下决心戒烟后,临床的症状明显好转,健康状况改善,受到医生及家属等周围人群的鼓励,使其对戒烟的信念更加坚定不移,健康的行为也得以进一步巩固、强化。

通过教育学的诊断,把各种因素进行归类,然后确定其中哪些为教育重点,有的放矢地制定相应的健康教育计划。

(4) 管理学诊断:目的是了解当地管理部门在制订卫生保健工作计划时,是否考虑了健康教育的内容?其所占比重如何?投入的资金有多少?以及有关领导对健康教育这一手段的认识、态度等。因为一个健康计划的实施,一般说来费时较久,必须投入较大量的人力、物力,涉及面也广,故除了卫生部门的领导参与外,政府决策机构的领导也要过问,否则很难取得良好的社会效益。为了确保健康教育计划能取得良好的社会效益,必须在大量调查研究的基础上,才有可能获得成功。

健康教育的形式 (1) 信息传播:①专题健康教育课程的设置:通过系统的授课及互相讨论的方式,使群众较全面地掌握有关的知识及进行自我保健的技巧。②健康咨询:通过定期的健康咨询门诊,对有健康问题的个体进行帮助、指导,针对性地提供涉及本人当时健康问题的最有用的知识。③大众传播:应用现代化的视听教育手段,通过报刊、广播、电视、电影等形式进行广泛的宣传,解决人群中普遍存在的健康问题,尤其是对于某些正在影响人群健康,必须立即采取防治措施的问题就更为适宜,例如在甲型肝炎暴发流行时,必须对全民进行有关防治原则的宣传教育,以便及时消灭传染源,切断传播途径。

(2) 群众参与:开展广泛的群众活动,动员全体民众与不卫生的行为及不利于健康的生活方式作斗争。也可结合大众传播等方面的各种手段,使政府及有关方面所制订的卫生、保健的方针政策,达到深入人心、家喻户晓。

(3) 技术培训:举办各类培训班,培养不同层次的健康教育人员,成为一批骨干力量,为今后开展专业研究及现场工作提供人才。

健康教育的评价 效果评价是健康教育的重要环节,只有通过评价,始能了解到教育的手段是否能达到使目标人群提高生存质量及健康长寿的目的。

评价的实质就是一种比较,即在健康教育的前后或在有否开展健康教育的两组不同人群中,他们在与健康有关的行为方面,发生了哪些变化与差异,从而可进一步衡量所制订的健康教育计划的可接受性,包括教育的内容、方法、材料、工作人员的水平等各方面。

评价的内容　(1) 过程的评价：是衡量健康教育工作者专业理论与实践水平的主要方法。评价的素材主要来自于受教育者的反映，诸如所订计划的可行性、内容与方法的科学性、是否能取得有关部门的配合与资助等。最终尚需得到健康教育专家的认可。

(2) 效果的评价：在健康教育计划中，应考虑该计划所要达到的短期目标。就行为方面而言，通过健康教育后，从受教育者反馈的信息中是否提示：你所传授的内容正是人们在长期寻求的卫生保健知识？经教育后该人群对健康有益的一些行为是否增多？对疾病，尤其是某些危害人类健康的常见病与多发病的早期症状的认识水平是否有所提高？暴露于有关危险因素的人群是否减少等。此外，费用效益的核算也是评价健康教育效果的一个重要指标。

远期效果：也可以说是对结局的评价。其主要指标是发病率与死亡率，即该地区某些疾病的发病与流行情况是否明显地受健康教育的影响，或者是某些已患病的个体由于接受了健康教育后，对疾病有了足够的认识，掌握了一定的自我保健手段后，使其生存率提高，生存年限延长。尤其是对某些疾病早期症状的识别能力提高后，可因早期发现、合适治疗使患者的生存期延长。如某些常见的恶性肿瘤。总之结局的评价，需要对一个较大样本进行长期的追踪观察及各种类型的流行病学调查方能作出结论。

评价的设计　(1)指标的选择：为了对健康教育的效果作出客观、全面的评价，评价指标的选择是至关重要的。鉴于当前健康教育在中国尚属起步较晚的新学科，对评价方法及指标尚无十分明确的统一要求，仅根据近年来的工作实践及需要，初步提出下述指标以供参考。

近期指标：系反映健康教育后直接引起个体或群体在卫生知识、信念、态度、行为等方面的变化：①卫生知识水平：通过一定形式的卫生知识测试，然后再根据被试对象答题的准确率进行评分。既可作为教育前后的自身对照，又可作为个体或群体间的相互比较。②卫生保健的信念：主要是衡量人们对卫生设施、卫生宣传、卫生行为等方面的认识与态度。可采用的指标有：对某些卫生行为的肯定或否定率、对健康教育活动的自愿参加率、卫生报刊订阅率及有关卫生保健的广播、电视、电影等节目的收听、收视率。③个体或群体的卫生行为：以改变人们的不卫生行为及不良的生活方式来提高生活质量是健康教育的最主要目的。因此可通过人群中卫生习惯的形成率及不良行为与习惯的转变率等指标进行评价。

远期指标：主要是反映了包括健康教育在内的各种综合措施的结果。包括国民经济发展，人群文化素质的提高等因素。所以需要经过一定时间才能作出评价。①反映人群健康水平的指标：包括平均寿命、围生期死亡率、疾病谱与死因谱的演变、某些疾病的发病率、患病率、工矿企业及事业单位的因病缺勤率、工伤事故率和儿童少年的生长发育水平、因病缺课率等指标。②反映卫生工作成效的指标：例如反映计划生育宣传效果的独生子女率、晚婚、晚育、节育率、某些服务行业的卫生合格率、文明单位达标率等。

(2) 评价方法的设计：由于健康教育课题有不同的设计，其评价方法也随之而异。一般可按照自己所确定的目标、预期结果、收集资料的种类、用途等进行选择。①分阶段记录法：根据健康教育计划所制定的步骤，记录每一阶段的工作，并进行存档。除了原始数据外，可初步进行归纳总结，然后用图或表的形式给予保存。要求这些图表能确切反映健康教育开始时直至最终结束期间的变化，各种变化之间的相互关系以及预期结果等。所以必须定期进行分阶段统计分析，才能反映其动态变化的过程。②专题调查法：当常规的记录方法不能满足特殊的评价目的时，需要通过调查项目的广度或深度进行补充。通常可根据评价的目的，在一般资料收集的基础上，设计专题调查表，进行调查资料的收集。③比较法：一种是对照比较法，类似于实验室研究时，实验组与对照组的设立。故设计时首先要找到一组人群，其各方面的条件均类似于你所研究的人群，而唯一的区别是他们未接受健康教育计划，然后再结合上述两种方法对不同人群加以比较。另一种比较的方法是把不同地区、不同人群、不同时期同一类型的资料加以标化后进行比较，以显示出健康教育的效果。

各种评价设计的方法均有一定的优缺点，在具体应用时，必须按照健康教育计划的目标进行慎重选择。事实上单一的评价设计往往难以达到目的，可以把几种设计方法结合后再进行取舍，力求效果评价工作既客观全面，又有严格的科学性，使其对今后进一步开展工作有较大参考价值。

卫生监督

卫生监督(health inspection)是基于国家卫生立法对社会活动进行卫生管理的一种国家管理制度。它体现的是国家意志，代表的是国家权力，具有国家属性和国家强制的特征，称之谓国家卫生监督。卫生监督以保护人体健康为基本目的，而健康是公民的基本权利，所以，卫生监督实则是保护公民的基本权利。

卫生监督的基本依据是各级人民代表大会和政府发布的卫生法令，包括法律、条例、规定、办法、规程、规范和标准。卫生监督的执行机关是各级政府的卫生行政机构，也就是作为各级政府组成部分的卫生部、卫生厅(局、科、股)等，即行政执法。卫生监督的执行机关还委托各级卫生防疫站、各专业防治机构和卫生监测所等专业机构实施监测检查，为卫生监督执法提供科学的证据。卫生监督的直接执行者是卫生监督员。卫生监督员按专业分为食品卫生监督员、劳动卫生监督员、传染病防治监督员等多

种。卫生监督员在各级卫生监督机构的统一组织下开展各专业的卫生监督工作。

各级政府的卫生行政部门是卫生监督唯一的执行机关，这是法律授权的单一性或执法机关对权力的垄断性。但是，卫生部门实施国家卫生监督是和部门(单位)管理相辅相成的。卫生部门的监督并不取代主管部门(单位)的自身管理；相反，卫生监督要求充分发挥主管部门的作用，调动各方面的积极性共同实现保护公众健康的目标。另一方面，卫生监督又要求广泛的社会参与，包括各种社会团体、组织和个人的参与。这样，卫生监督的专职机构、部门(单位)的自身管理、社会群众性的卫生监督一起，共同形成一个有效的卫生监督网络。

卫生监督的范围包括各种社会活动所涉及的卫生问题，如生产、劳动、工作、学习、生活环境的卫生问题和疾病问题，食品、药品、化妆品的生产、运输、储存、销售的卫生问题，日用品，家用电器及衣着的卫生问题等。总之，它对人类生存的一切环境条件的卫生问题实行监督，涉及人们的衣、食、住、行的各个方面，关系着生、老、病、死的生命全过程。中国已经开展的卫生监督包括食品卫生监督、劳动卫生监督工作有待继续发展。卫生监督的对象是各种社会活动的责任机构及其负责人，如工厂及其厂长、饭店及其经理，房产公司及其经理，运输公司及其经理，商店及其经理等。卫生监督不包括不涉及他人的个人行为。

卫生监督是国家行政监督的一部分，它遵循国家行政监督的原则和做法。因此，卫生监督工作与国家监察工作、公安工作、工商管理工作、司法工作等密切联系，协调进行。卫生监督工作又是一项技术性很强的行政监督工作，需要运用许多技术手段才能实现。所以，卫生监测往往构成卫生监督的一部分。

卫生监督工作一般可以分成两个方面，即预防性卫生监督和经常性卫生监督。预防性卫生监督是对新建、改建的工矿企业、食品、药品、化妆品等生产经营企业，公共场所，学校建筑，放射性工作场所等工程的选址和设计进行卫生审查和竣工验收，对生产经营部门和企业核发卫生许可证等。预防性卫生监督是从根本上消除危害人体健康的因素。经常性卫生监督是对已经投入使用、生产和经营等的单位，通过定期监测、不定期抽检、巡回检查等多种方式，考核其是否符合卫生要求、卫生标准及国家的有关规定，对卫生监督活动中发现的各类卫生问题，卫生监督机关根据有关法律、法规和规章进行处理和处罚。

医学道德

医学道德(medical ethics)简称医德，系指医务工作者在医疗、卫生服务活动中应该具备的品德和遵循的道德规范。医德是提高医疗质量，改善医院管理，发展医学科学，保护人民健康不可缺少的因素；它影响医疗卫生单位的信誉，还关系到整个社会道德风尚以及社会主义精神文明建设。

在医学道德发展史上，中外医学界把古希腊医学家希波克拉底、中国唐代医学家孙思邈作为学习的楷模。

希波克拉底认为，只有有德行的医师才是好的医师。他说医师应该是个受尊敬的人。他在世界医学史上卓越贡献之一，就是他给当时及后代医生以高尚的医德情操的鼓舞。希波克拉底在《誓言》、《医律》等著作中，阐明发人深省的医德思想，尤以《誓言》一篇更为具体、集中和突出。《誓言》也可以说是希氏医德实践的经验总结。《誓言》阐述了以下医学伦理思想：①强调了医疗行为的目的是为病人服务，把恢复病人的健康视为医生的最高职责。《誓言》中记载"无论至于何处，遇男或女，贵人及奴婢，我之唯一目的，为病家谋幸福。""我愿尽余之能力与判断力所及，遵守为病家谋利益之信条"。②十分重视医生的品格修养，告诫医生不能做损害病人利益的事。他表示要随时"检点吾身，不作各种害人及恶劣行为，尤不做诱奸之事。""并检束一切堕落及害人行为，我不得将危害药品给与他人，并不作该项之指导，虽有人请求亦必不与之。"③阐述了如何处理同道之间的关系。"凡授我艺者敬之如父母，作为终身同业伴侣，彼有急需我接济之，视彼儿女，犹我兄弟，如欲受业，当免费并无条件传授之。"④提出了保密的要求。"凡我所见所闻，无论有无业务关系，我认为应守秘密者，我愿保守秘密。"这部经典的医德文献，为医学伦理思想奠定了基础；为医生的行为规范提供了最基本，也是最重要的准则。青年医生行医之前常作为誓言。1948年世界医学协会对希波克拉底的《誓言》又加以修改，定名为《日内瓦法规》，以此作为医生的道德规范，为全世界医生的医德准则。

孙思邈十分重视医德修养。他认为人的生命比黄金还要贵重；黄金能用钱买到，人的生命是花多少钱也买不到的。因此作为一个医生除了必须有一定的医学知识和技能外，还应当有不求名利，不辞劳苦为病人服务的精神。孙思邈所作的《大医精诚》是一篇医德专论，集中反映了他的光辉医德思想。该文从医生的思想品德修养到具体的治学，从对待患者的态度，直到如何处理同行之间的相互关系，均有精辟的论述。

孙思邈指出，医方难精，"唯用心精微者，始可与言于兹矣"。医生必须"博极医源，精勤不倦，不得道听途说，而言医道已了"。粗心大意，浅尝辄止，绝不可能掌握好医术。如果以"至粗至浅之思"对待医学，就只能误治杀人，并以害己告终。他又指出："凡大医治病，必当安神定志，无欲无求，先发大慈恻隐之心，誓愿普救含灵之苦。若有疾厄来求救者，不得问其贵贱贫富，长幼妍蚩，怨亲善友，华夷愚智，普同一等，皆如至亲之想。"这就是说，医生应当高度凝神聚志，屏弃一切私心杂念，处处想着病人的疾苦。凡遇求治的病人，不分贵贱贫富，年龄老少，容貌美丑，也不念恩怨亲疏，更不分民族，或是愚笨还是聪明，都

要一视同仁,把所有病人都当做自己的亲人看待。他认为,凡病家请求出诊,医生不得瞻前顾后,先考虑个人的吉凶安危,也不得惮惧路途远近艰险、昼夜寒暑,饥渴疲劳,要"一心赴救"。对于"疮痍下痢,臭秽不可瞻视"的病人,亦不可产生厌恶心理,要给以同情、认真负责地予以治疗。

他还指出,医生应当谦虚谨慎,讲究文明礼貌。不得在病人家里大吃大喝,高谈阔论,自我吹嘘炫耀,诋毁别的医生,打击别人,抬高自己。如果那样,就是医生本身的膏肓之疾,必须痛加针砭,改弦易辙。医生也"不得恃己所长,专心经略财物",应以救死扶伤为己任。他的这些论述,至今仍有着深刻的教育意义。那个时代医学仅限于以个体为对象的一些内容,当今医学扩大到为全社会服务,已更具有深远的意义。

医德的基本原则　是救死扶伤、防病治病,实行社会主义人道主义,全心全意为人民的健康服务。它是调整医务人员与病人之间、医务人员相互之间、医务人员与集体、社会之间关系应遵循的根本指导原则。"为人民的健康服务",是医务工作者的医德义务和"为人民服务"的具体化;"防病治病"是为人民的健康服务的具体途径;"实行革命人道主义"是根据医疗卫生工作的职业特点提出的最基本的医德要求;"全心全意"则是崇高的医德境界。医德的基本原则,要求医务工作者在人民群众的心身处于健康状态的时候,要充分利用防病的有效手段,全心全意地为维护和促进他们的健康服务;当人民群众的心身受到疾病侵袭时,要充分利用治病的有效手段,全心全意地为恢复和保障他们的健康服务。

医德的基本范畴　是人们对医学道德的最普通的关系的概括和反映。医德范畴是一般伦理学范畴在医疗职业中的应用,是一般道德范畴和医疗、预防实践相结合的产物。它一方面包括一般伦理学的某些范畴,这些范畴结合医疗实践,对医疗职业给予具体解释,并为自己增添某些新的内容。一般地说,医德范畴主要有:情感、责任、良心、荣誉等。从医德范畴的体系来看,责任反映了医学道德的核心;情感、良心是医务人员履行责任过程中对自己提出的情感要求,表现为一种医德情操和医德境界;荣誉则是医务人员如何看待和处理个人利益的准则。学习和掌握医德范畴不仅能帮助我们认识和理解复杂的医德现象,而且对于医务人员的医德修养和实践,都有重要的指导意义。

医德的基本规范　它是依据一定的医德理论和原则,从处理医疗过程中人们相互关系的实际和需要出发而制定的行为准则。是判断医务人员在医疗、预防和科研等实践过程中行为的是非、善恶、荣辱的一种标准。它是医疗过程中人们形成的道德关系的反映和概括。医德规范是把医德理论变成医德实践的中间环节。人们依据一定的医德理论、原则、范畴,根据医疗实践的需要,针对具体情况,向医务人员提出各种具体的道德要求,以约束人们的行动。医德理论通过医德规范的形成具体指导医务人员的行为,发挥社会作用的特点。医德规范一般是以条文式的语言方式出现。它经常采用一种特殊的形式,即誓言或誓词的形式。它主要有以下一些内容:①同情和体贴病人的疾苦,对病人极端负责,极端热情。②平等待人,对病人一视同仁,尊重病人的人格。③廉洁行医,不徇私,不以医疗为手段谋取个人利益。④尊重科学,实事求是,不弄虚作假。⑤努力学习,对技术精益求精,在医学科研中不违背病人的利益。⑥为病人保守秘密。⑦尊重同行,敬老爱幼,爱护医疗职业的集体荣誉。⑧举止端庄,文明礼貌,作风正派。⑨重视医疗卫生的社会公德和社会责任。⑩讲究卫生,模范地执行各项卫生法规。⑪认真执行和推广预防医学和公共卫生的措施,是对人群的医德。

医德评价　是人们依据一定的标准和原则,对医务人员或医疗卫生单位的行为和活动作出的具有道德价值的判断。在医疗卫生活动中,医务人员、病人、乃至整个社会,总是要根据一定的标准或原则去评判各种医疗行为的道德是非。当他们认为某种医疗行为是遵守道德的,就会加以支持和赞扬;反之,则会给予批评。通过医德评价,可以认识他人或自己的行为是否符合医德的要求。

医务人员的各种行为,虽然是受各自的主观意识支配的,但是,按照辩证唯物主义的观点看,他们的各种主观意识及其指导下的各种医疗行为,都有其客观基础,受一定的客观物质关系所制约。因此,医疗行为是可以评价的。医疗行为评价的客观标准应该充分反映社会主义医学道德的基本原则和群众的根本利益。根据社会主义医学道德的基本原则和广大群众的利益和要求,中国目前医德评价的客观标准主要有以下三条:①医疗行为是否有利于病人疾病的缓解和根除。②医疗卫生行为是否有利于人类生存环境的保护和改善,有利于人群的健康、长寿和优生。③医疗行为是否有利于医学科学的发展和社会的进步。这些标准,既反映了医疗职业道德的特点,同时也体现了一般社会道德评价的基本要求。医学道德评价是医德活动中的一个重要方面,正确地进行评价,对促进医德水平的提高起很大作用。其作用是:医德评价是维护医德原则和规范的权威;医德评价是使医德原则和规范转化为医务人员医德行为的重要杠杆。对医务人员的行为作出正确的善恶判断还要通过一定的医德评价方式。和一般社会道德的评价一样,医德评价主要通过社会舆论、民意测验、自我评价等方式来进行的。

健康报

健康报(health newspaper)是中华人民共和国卫生部的机关报,医药卫生战线的专业性报纸。

1931年秋创刊于中央苏区江西省瑞金县。当时为红军总军医处主办,主要报道红军医疗卫生工作,对医务人

员和伤病员进行政治鼓舞，交流技术经验，宣传卫生知识。红军长征时仍坚持出版。抗日战争期间因战斗频繁，发行困难，停止出版。1946年8月在黑龙江省佳木斯市复刊，由东北民主联军（中国人民解放军东北野战军）卫生部主办，报道部队医疗卫生工作。1949年4月，改由东北人民政府卫生部和东北军区卫生部联合举办，报道范围和读者对象扩大，兼顾军队与地方。全国解放后，报社迁至北京，成为中央人民政府卫生部机关报，全国发行。1966年8月因"文化革命"停刊，1979年7月复刊，1982年改为卫生部及国家计划生育委员会两个部委的机关报。

基本任务：在党的领导下组织和动员中西医药卫生工作者发展人民卫生事业，提高科学技术水平和人民健康水平，全心全意为各族人民健康服务，为社会主义现代化建设服务。具体任务为：结合实际，宣传马克思列宁主义，毛泽东思想，进行以共产主义为核心的社会主义精神文明教育；宣传卫生工作方针政策和工作部署，指导实际卫生工作；报道卫生工作成就和动态，宣传先进单位、先进人物，推广先进经验，介绍国内外医药卫生新理论、新学科、新技术，报道科技活动，开展学术讨论，普及卫生科学知识；宣传国家计划生育方针政策，介绍节制生育科学技术，交流工作经验；反映卫生人员和人民群众的意见、要求，组织开展批评和自我批评，促进卫生改革。

读者对象：为医疗卫生战线全体职工，计划生育工作者和人民群众。每周出版三期，对开四版。1985年4月起，为加强中医药及公共卫生宣传报道，增加了"传统医药"及"公共卫生"两个专版。

健康报的创办人为贺诚。报社迁京后，实行总编辑制，设总编辑和副总编辑，下设各部。

卫生法规

卫生法规

卫生法规（public health legislation）就广义而言，是调整社会卫生保健关系的法律规范的总称。其调整范围包括公共卫生、卫生防疫、医疗保健、职业卫生、妇幼卫生、食品药物、康复健身以及生活、学习、环境等与人群健康密切相关的诸多方面。卫生法规的任务是保护和增进人群身心健康并获得健康的后代。卫生法规的形式，包括有关卫生的法律、规章、条例、通则、决定，以及卫生标准及规程、国际卫生公约和国际惯例，以及其他法律中有关卫生方面的条款等。

立法机关及法律效力 根据1982年中国宪法第58条规定："全国人民代表大会和全国人民代表大会常务委员会行使国家立法权"。这就是说，国家立法权属于最高国家权力机关全国人民代表大会及其常务委员会所专有，其他机关无此权力。宪法还规定，法律分为基本法律和除基本法律以外的其他法律。基本法律，是指刑事、民事、国家机构和其他基本法律。例如，刑法、民法、婚姻法、继承法、刑事诉讼法、民事诉讼法、人民代表大会组织法、特别行政区的基本法等。基本法律以外的其他法律，是指上述范围以外的法律，如《食品卫生法》、《药品管理法》、《国境卫生检疫法》等。前者由全国人民代表大会制定；后者由全国人民代表大会常务委员会制定。宪法具有最高效力，其他法律的效力次于宪法，但法律不得同宪法相抵触；违背宪法的法律，视为无效。国务院是国家最高行政机关，依据宪法和法律，可以制定行政法规，或经全国人民代表大会常务委员会授权制定暂行的规定或条例。国务院各部、委可以制定行政规章。省、自治区、直辖市的人民代表大会及其常务委员会有权制定地方性法规，省级人民政府可以制定地方性行政规章。地方性法规和规章不得同宪法、法律和国务院及其部委制定的法规、规章相抵触。《中华人民共和国地方各级人民代表大会和地方各级人民政府组织法》规定，省自治区的人民政府所在地的市和经国务院批准的较大的市的人民代表大会及其常务委员会，根据本市具体情况和实际需要，在不同宪法、法律、国务院法规和本省、自治区的地方性法规相抵触的前提下，可以制定地方性法规，报省、自治区的人民代表大会常务委员会批准后施行，并由省、自治区的人民代表大会常务委员会报全国人民代表大会常务委员会和国务院备案。根据国务院1984年176号通知，已批准唐山市、大同市、包头市、大连市、鞍山市、抚顺市、吉林市、齐齐哈尔市、青岛市、无锡市、淮南市、洛阳市、重庆市等13个市可以制定本市需要的地方性法规。其他省辖市在未经国务

院批准以前，无权制定地方性法规。县级人民代表大会及其常务委员会没有制定地方性法规的职权。行政法规、地方性法规、自治条例和单行条例，均属于法律规范性质的文件，在相应的范围内，都是有强制性和普遍的约束力。

卫生法属于基本法律以外的其他法律，又称单行法，由全国人民代表大会常务委员会制定。例如，《中华人民共和国食品卫生法(试行)》、《中华人民共和国药品管理法》、《中华人民共和国国境卫生检疫法》都是由全国人大常委会制定的。

卫生法的基本原则和立法程序　卫生法应以宪法为依据，以医学科学为基础，以保护人群健康为宗旨，实行预防为主，从实际出发的原则。卫生法律制定程序，一般是由卫生部组织法律草案起草小组，进行调查研究和起草工作，经国务院常务会议通过，以国务院总理名义作为法律草案向全国人民代表大会常务委员会提出。全国人民代表大会常务委员会列入议程，进行审议，经过表决过半数通过，由中华人民共和国主席令公布。公布的方式，主要是通过全国人民代表大会常务委员会的公报，同时人民日报和新华社全文发表。在法律草案通过和公布之间，不需经任何机关或个人批准。

中国卫生立法的发展　新中国建国初期，国家陆续发出了一些指令性文件，要求各级政府作好卫生工作。这些文件是各级政府和卫生部门都必须执行的，在一定程度上具有权威性、规范性，起到了法规效力。1950年2月中央人民政府政务院发出《关于严禁鸦片烟毒的通令》，对保护人体健康，恢复和发展生产起到了重要作用。与此同时，国家对那些直接关系人体健康的疾病，采取了果断措施，制定并颁发了一些法规。比较早的有1950年10月中央人民政府政务院发出的《关于发动秋季种痘的指示》，同年10月卫生部制定了《种痘暂行办法》。1950年11月卫生部经政务院核准颁布《管理麻醉药品暂行条例》。1955年卫生部颁布了《传染病管理办法》，管理的疾病有鼠疫、霍乱、天花、流行性乙型脑炎、白喉、斑疹伤寒、回归热、痢疾、伤寒及副伤寒、猩红热、流行性脑脊髓膜炎、麻疹、脊髓灰质炎、百日咳、炭疽病、波状热、森林脑炎、狂犬病等18种。1956年又将血吸虫病、钩虫病、疟疾、丝虫病、黑热病、恙虫病、出血热等7种疾病列为传染病管理范围。由于各级医疗卫生机构的严格管理，广大医务人员的积极努力，天花已经消灭；鼠疫、黑热病、回归热、斑疹伤寒等也已经基本消灭；其他传染病的发病率也有不同程度下降。为恢复和健全十年动乱期间被破坏了的合理规章制度和法规，1978年卫生部又发布了《急性传染病管理条例》，以加快控制和消灭危害健康比较严重的疾病。

控制传染病由国外传入或国内传出是防止疾病在国际间传播的重要措施。1950年11月中央人民政府政务院发出《关于进出口船舶船员旅客行李检查暂行规则的通令》，同年12月卫生部公布《交通检疫暂行办法》，对鼠疫、霍乱、天花、斑疹伤寒、黄热病、雅司、麻风、炭疽病、流行性脑炎、鹦鹉热及其他传染病流行时施行临时检疫办法。1951年2月卫生部发布《民用航空检疫暂行办法》。上述陆路、海上、航空检疫暂行规则、办法，起到了控制传染病流行，防止疾病传入或传出的作用，在经过几年实际工作的基础上，1957年12月《中华人民共和国国境卫生检疫条例》，由第一届全国人民代表大会常务委员会第八十八次会议通过，国家主席公布施行。这是第一个由国家最高权力机关颁布的卫生法律。该条例规定对鼠疫、霍乱、黄热病、天花、斑疹伤寒和回归热等传染病进行检疫。条例规定"在中华人民共和国的国际通航的海港和机场所在地，以及陆地边境和国界江河的进出口岸，设立国境卫生检疫机关"，"对进出国境的人员和交通工具、行李、货物实施医学检查、卫生检查和必要的卫生处理"。该条例的《实施规则》由卫生部于1958年3月颁布施行，对防止检疫传染病的传入或者传出，维护国家主权，保障人民健康起到了重要作用。为适应卫生事业及科学技术的发展，卫生部于1977年9月颁布了经修订过的《实施规则》。为了保障进出境旅客、交通员工和中国居民的健康，加强疾病监测，收集和积累国内外疫情资料，总结分析，找出疾病传播及流行规律，提出预防对策，卫生部于1980年6月制定了《国境口岸传染病监测试行办法》，对流行性感冒、疟疾、脊髓灰质炎、登革热、斑疹伤寒和回归热作为监测传染病施行。1986年12月2日又公布了《中华人民共和国国境卫生检疫法》(见"国境卫生检疫法"条)。

食品卫生方面，鉴于食品卫生的状况直接关系着人民群众的健康和生命安全，早在60年代就实行了食品卫生监督制度，先后制定、颁布了《食品卫生管理条例》和食品卫生标准及管理办法。卫生部针对十年动乱期间的破坏，根据当时的实际情况，于1979年10月修改，制定了《中华人民共和国食品卫生管理条例》，由国务院批准颁布施行。之后，还制定了《进口食品卫生管理办法》。但是，过去的卫生法规从道德规范要求得多，对违反卫生法规者应承担的责任和如何处理等，大多数没有明确的规定。近几年来，食品污染的因素和机会有所增加，过去的卫生法规已经远远不能适应发展的形势。于是，卫生部又组织起草《中华人民共和国食品卫生法(草案)》。经过两年多的反覆研究，征求各方面的意见，聘请有经验的专家修改，报经国务院核准，提请第五届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，于1982年11月19日起试行。

卫生法规的形成过程　一般是先根据当时存在的重要问题，通过调查研究，形成初步文件草案，经过实践试验，广泛征求意见和积累一定资料，掌握一定情况后开始起草，制定各个单项规定，逐渐充实内容，发展为比较全面的法规。卫生法规中涉及面宽，需要社会上各方面、全国人民都要遵守的，或与经济发展、国计民生关系比较大的

要报经全国人民代表大会常务委员会审议通过;有些牵涉各部门通力协作,在一定范围内遵守的,报请国家最高行政机关——国务院审查批准;有些只在卫生系统内部起作用的或规定卫生机构、卫生人员该怎么办的,由国家卫生行政部门——卫生部颁布。1949—1982 年陆续发出的指示、通知、通报、批复等指令性文件约 800 多件,其中卫生法规性文件 191 件。卫生法规中卫生防疫类 78 件,医政管理类 24 件,药政管理类 18 件,中医类 3 件,妇幼卫生类 14 件,科学教育类 26 件,计划财务类 11 件,人事管理类 17 件。

卫生法制建设任务 40 年来中国颁布了许多卫生法规,它对防病治病,发展医药卫生事业,增强体质,起到了应有的作用。今后要实现新时期的总任务,社会主义民主的建设必须同社会主义法制建设紧密地结合起来,要继续制定和完备各种法律。做好卫生工作,发展卫生事业,一靠政策,二靠科学。法规是政策的具体体现,是条文化了的政策。加强卫生法制建设是卫生工作实现伟大战略目标的重要方面。按照社会主义原则,根据宪法的要求,把党和国家的卫生工作方针、政策、工作原则、工作方法、医疗卫生机构的职权、任务等用法规的形式固定下来,并分别急缓,先把卫生工作的单项法规健全起来。同时,依据社会发展的需要,逐步制定和健全基本法。要制定一批新法规,同时要废除一些过时的旧法规,修订一些内容不完全适用的法规。为此,有基本法,有单项法,有新制定的法规,有过去制定而根据现实需要进行修订了的法规,逐步形成具有中国卫生工作特点的卫生法律体系。

食品卫生法

食品卫生法(food hygiene law)是防止食品污染、保证食品卫生质量以保障广大居民健康的卫生法规。《中华人民共和国食品卫生法》(试行)于 1982 年 11 月 19 日由第五届全国人民代表大会常务委员会第 25 次会议通过,1982 年 11 月 19 日全国人民代表大会常务委员会令第 12 号公布,1983 年 7 月 1 日起试行。本法共分 9 章 45 条,对食品添加剂、食品容器、包装材料、食用工具及设备、食品卫生标准、食品卫生管理、食品卫生监督以及违法者应负的法律责任等都作了具体规定。本法的基本精神为:保证食用者的安全卫生,防止食品污染和有害因素对人体的危害,保障人民身体健康,增强各族人民体质。其内容适用于一切食品、食品添加剂、食品容器、包括材料和食用工具、设备;也适用于食品的生产经营场所、设施和有关环境。凡在中华人民共和国领域内从事食品生产经营的,都必须遵守本法。对违反本法的行为,任何人都有权检举和控告。

食品卫生法主要内容 (1)食品必须符合卫生标准:食品应当无毒、无害,并符合应有的营养要求,具有相应的色、香、味等感官性状,符合卫生标准。与食品卫生密切相关的食品添加剂、食品容器、包装材料和食用工具、设备以及生产管理办法应符合有关卫生规定。食品中不得加入药物。按照传统既是食品又是药品,以及作为调料或者食品强化剂者除外。

(2) 实行卫生许可证制度:食品生产经营企业和食品商贩,必须先取得卫生许可证方可向工商行政管理部门申请登记或者变更登记。这是一项预防性卫生监督措施,是"预防为主"卫生工作方针的具体化;旨在将食品卫生方面的问题,控制在生产和经营开始之前。对生产经营条件不符合卫生要求者,食品卫生监督机构可以提出改进意见,给以咨询和指导帮助。待达到卫生要求后,再发给卫生许可证,准予营业。经过努力仍达不到要求的,则不发给卫生许可证,不准营业。已经取得卫生许可证的单位或个人,由于管理不善等原因使食品卫生质量下降以致不符合卫生要求者,卫生监督机构可责令其限期改进或停业整顿。如经改进仍达不到要求,可吊销其许可证,停止营业。

(3) 实行食品卫生监督制度:本法规定,食品卫生监督工作,由各级卫生行政部门领导,县以上卫生防疫站或者食品卫生监督检验所为食品卫生监督机构。食品卫生监督机构设立食品卫生监督员,由同级人民政府发给证书。为了使食品生产经营企业的新建、扩建、改建工程的选址和设计符合卫生要求,搞好预防性卫生监督工作,本法第 21 条规定:"食品生产经营企业的新建、扩建、改建工程的选址和设计应当符合卫生要求,其设计审查和工程验收必须有食品卫生监督机构参加"。以免工程完成后,由于不符合卫生标准要求,不能投入使用,造成浪费。

(4) 实行国家和地方两级食品卫生标准制度:根据中国当前实际情况,食品卫生标准分国家和地方两级标准。国家卫生标准、卫生管理办法和检验规程,由国务院卫生行政部门制定或者批准颁发。卫生部是国家卫生标准制定和批准颁发的法定机关。对于国家尚未制定卫生标准的食品,则省、自治区、直辖市人民政府可以制定地方卫生标准,报国务院卫生行政部门备案。

(5) 索取检验合格证制度:食品卫生法第 24 条规定,"食品生产经营者采购食品,应当按照国家有关规定索取检验合格证或者化验单,销售者应当保证提供。"以保证食品在流通过程中的卫生质量。需要索证的范围和种类,由省、自治区、直辖市卫生行政部门规定。

(6) 从业人员定期健康检查制度:食品生产经营人员的健康状况是影响食品卫生质量的重要因素之一。对直接入口的食品,关系更大。为了防止患病的从业人员对食品造成污染,本法规定新参加工作和临时参加工作的食品生产经营人员必须事先进行健康检查,取得健康证书后方可参加工作。凡患有痢疾、伤寒、病毒性肝炎等消化道传染病(包括病原携带者),活动性肺结核,化脓性或者渗出性皮肤病以及其他有碍食品卫生的疾病者不得参加直接入口食品的工作。不经健康检查直接参加工作,或

者先参加工作后进行健康检查，均属违法行为，应进行批评教育，必要时可给予行政处罚。对于在职人员，要求每年必须进行一次健康检查。一经发现患有不宜参加工作的疾病，应立即调离。

（7）食物中毒报告制度：食物中毒事故是食品卫生质量问题的客观反应，发病人数多，社会危害大。因此，本法要求一旦发现食物中毒的情况，本单位和接收病人进行治疗的单位有责任及时向所在地食品卫生监督机构如实报告情况，以便及早查清食物中毒的原因和传播途径，防止事态扩大，并从中总结经验教训。食物中毒报告，是当事人（单位负责人）和接收病人的医疗单位的法定义务，不履行义务者，应负法律责任。

（8）因地制宜的原则：中国幅员辽阔，各地政治、经济、文化、卫生发展状况很不平衡，风俗习惯各异，在执行食品卫生法过程中，在不与本法相抵触的情况下，允许各地根据当地实际情况，采取相应的措施，以便更好地贯彻执行《食品卫生法（试行）》，对食品商贩和城乡集市贸易食品经营者的卫生要求与管理，有待经过实践，积累经验，作出总结。为此，本法在第6条规定："……对食品商贩和城乡集市贸易食品经营者在食品生产经营过程中的卫生要求，由省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会参照本条另行规定。"

法律责任　在《食品卫生法》第八章中，对违反本法的行为规定如下三种处罚。

（1）行政处罚：对违反本法情节较重的，食品卫生监督机构可以给予以下行政处罚：①警告并限期改进。②责令追回已售出的禁止生产经营的产品。③没收或者销毁禁止生产经营的食品、食品添加剂。④罚款在20元以上、30 000元以下。⑤责令停业改进。⑥吊销卫生许可证。吊销卫生许可证或者罚款5 000元以上的，必须经县以上人民政府批准。没收的食品应由食品卫生监督机构监督处理。当事人对食品卫生监督机构给予的行政处罚不服者，在接到处罚通知之日起15 d内，可以向人民法院起诉。但是，对食品控制的决定应当立即执行。对罚款的决定不履行又逾期不起诉的，由食品卫生监督机构申请人民法院依照《中华人民共和国民事诉讼法（试行）》规定的程序强制执行。

（2）损害赔偿：违反本法，造成食物中毒事故或者其他食源性疾患时，受害人有权要求损害赔偿，由县以上卫生行政部门处理。也可以由受害人或者其代理人直接向人民法院起诉。当事人不服卫生行政部门处理者，可以向人民法院起诉。损害赔偿包括医药费、误工工资、生活补助费、丧葬费、遗属抚恤费。损害赔偿要求，应当从受害人或者其代理人知道或者应当知道被损害情况之日起一年内提出，超过期限的，不予受理。

（3）刑事责任：违反本法，造成严重食物中毒事故或者其他严重食源性疾患，致人死亡或者致人残疾因而丧失劳动能力的，根据不同情节，对直接责任人员分别依照刑法的规定，追究刑事责任。情节轻微，依照刑法规定可以免予刑事处罚的，由主管部门酌情给予行政处分。

环境保护法

环境保护法（environmental protection law）是国家为保护自然生态环境、防止污染、防止公害及公害病的发生所颁布的环境保护法规。《中华人民共和国环境保护法（试行）》于1979年9月13日经第五届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议原则通过，1979年9月13日全国人民代表大会常务委员会令第2号公布试行，共分7章33条。本法是根据宪法第11条"国家保护环境和自然资源，防治污染和其他公害"的精神，结合实际情况制定的。1983年3月1日施行。

环境保护法主要内容　（1）环境概念：本法所称环境是指大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等

（2）环境保护法规定的任务：是保证在社会主义现代化建设中，合理地利用自然环境，防治资源污染和生态破坏，为人民造成清洁适宜的生活和劳动环境，保护人民健康，促进经济发展。

（3）环境保护的工作方针："全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民"。

（4）适用范围：除适用本国企事业单位和公民外，还包括"进入或者经过中国领陆、领水、领空的外国人和外国的航空器、船舶、车辆、物资、生物等"

（5）三同时原则：即一切企业事业单位在进行新建、改建和扩建工程时，其中防治污染和其他公害的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的原则。

（6）污染责任自负原则：本法还规定，已经对环境造成污染和其他公害的单位，实行"谁污染谁治理"的原则。

（7）超标排污收费制度：超标排污收费制度是指企事业单位超过国家规定的标准排放污染物，要按排放污染物的数量和浓度，根据规定向国家缴纳排污费。这是利用经济手段控制污染排放的管理制度，不视为惩罚措施。为了更好地贯彻执行，国务院于1982年2月4日发布了《征收排污费暂行办法》，对超标排污收费标准作了详细规定，自1982年7月1日起执行。

与环境保护有关的和配套法律还有《海洋环境保护法》（1982）、《水污染防治法》（1984）（见"水污染防治法"条）、《森林法》（1984）、《草原法》（1985）、《渔业法》（1986）、《矿产资源法》（1986）、《土地管理法》（1986）、《大气污染防治法》（1987）、《水法》（1988）等。

大气污染防治法　《中华人民共和国大气污染防治法》于1987年9月5日第六届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，1987年9月5日中华人民共和

国主席令第 57 号公布，1988 年 6 月 1 日起施行。本法共分 6 章 41 条，对防治烟尘、废气、粉尘、恶臭等污染大气以及对其进行监督管理、报告制度等作了规定。本法规定，国务院环境保护部门制定国家大气环境质量标准，省、自治区、直辖市人民政府对国家大气质量标准中未作规定的项目，可以制定地方标准。国务院环境保护部门负责制定国家大气污染物排放标准，省、自治区、直辖市对国家大气污染物排放标准中未作规定的项目，也可以制定地方排放标准。对国家大气污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家排放标准的地方标准。凡是向已有地方排放标准的区域排放大气污染物的，应当执行地方标准。排污者在发生事故或者其他突然性事件；排放或者泄漏有毒有害气体和放射性物质；从而造成或者可能造成大气污染事故，危害人体健康时，必须立即采取防治大气污染危害的紧急措施，报告当地环境保护部门，并接受调查处理，并要及时通报可能受到大气污染危害的单位和居民。当地政府在大气受到严重污染时，应当采取强制性应急措施，包括责令有关排污单位停止排放污染物等，以求最大限度地减少大气污染造成的危害及损失。

水污染防治法

水污染是指水体因某种物质的介入，导致化学、物理、生物或放射性等方面特性的改变，从而影响其有效利用、危害人体健康或破坏生态环境，造成水质恶化的现象。水污染防治法(prevention and control law for water pollution)是为了防治水体污染、保护和改善环境、保障人体健康、保证水资源有效利用，以促进社会主义现代化建设而制定的法规。本法由中华人民共和国第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议于 1984 年 5 月 11 日通过，1984 年 11 月 1 日起施行。

本法规共计 7 章 44 条。其内容包括：①总则。②水环境质量标准和污染物排放标准的制定。③水污染防治的监督管理。④防止地表水污染。⑤防止地下水污染。⑥法律责任等。

各部分内容的主旨及要点如下：

(1) 总则：规定本法适用的范围是指中国领域内的江河、湖泊、运河、渠道、水库等地表水以及地下水体的污染防治；各级人民政府环保部门是对水污染防治实施统一监督管理的机关，各级有关部门应结合各自的职责协同环保部门实施监督管理；一切单位和个人都有责任保护水环境，因水污染直接受损的单位和个人有权要求致害者排除危害和赔偿损失；规定国务院各有关部门和地方各级人民政府，必须将水环境保护工作纳入计划，采取防治对策和措施。

(2) 水环境质量标准和污染物排放标准的制定：规定中说明上述标准由国务院环保部门制定，制定污染物排放标准应根据水环境质量标准和国家的经济技术条件；对国家标准中未规定的项目，省、自治区、直辖市人民政府可以制定地方补充标准，并报国务院环保部门备案；凡是已经有地方污染物排放标准的向水体排放污染物者，应当执行地方标准。

(3) 水污染防治的监督管理：凡新建、扩建、改建的向水体排污的建设项目和其他水上设施，必须遵守国家有关环境保护的规定；有关建设项目的环境影响报告书，必须对可能产生的水污染和对生态环境的影响作出评价，提出防治措施，报经环保部门审查批准；建设项目投入生产或使用时，其水污染防治设施必须经环保部门检验，达不到规定要求的，该建设项目不准投入生产或使用；向水体排污的企事业单位，应向所在地的环保部门申报登记所拥有的污染物排放设施及处理设施、排放污染物的种类、数量和浓度，并提供防治方面的技术资料；企事业单位向水体排放污染物者，按国家规定应缴纳排污费，对超过排放标准的，要缴纳超标排污费，并负责治理，对造成水体严重污染的单位，要限期治理；在生活饮用水源受到严重污染、威胁供水安全等紧急情况下，环保部门应报经同级人民政府批准，采取强制性的应急措施，包括责令有关企事业单位减少或停止排放污染物；环保部门和有关的监督管理部门，有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查等。

(4) 防止地表水污染：在生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业资源水体及有特殊经济文化价值水体的保护区内，不得新建排污口；排污单位发生事故性事件或超过正常排放量有可能造成水污染事故者，必须立即采取应急措施，并通报可能受其危害的单位和向当地环保部门报告；禁止向水体排放和倾倒油类、酸液、碱液、有剧毒的废液和工业废渣以及城市垃圾等；禁止向水体排放或倾倒放射性废弃物及放射性强度属中水平的放射性废水；排放含病原体的废水，必须经过合格的消毒处理；用于农田灌溉的工业或生活污水排放，应符合农田灌溉水质标准，防止因灌溉导致土壤、地下水和农产品的污染。

(5) 防止地下水污染：禁止企事业单位利用渗井、渗坑、裂隙和溶洞排放或倾倒含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物；在无良好隔渗地层的情况下，禁止采用无防止渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或贮存含有毒物质的废水或含病原体的污水和废弃物；在开采多层地下水时，如各含水层的水质差异大，应分层开采；兴建地下工程设施或开展地下勘探、采矿等活动，应采取保护性措施以防止地下水污染；用人工法回灌补给地下水，不得恶化地下水质。

(6) 法律责任：本法规规定凡有下列情节之一者，环保部门或交通部门的行政机关可给予警告或罚款处分：①拒报或谎报有关污染物排放申报登记事项者。②建设项目的水污染防治设施没有建成或没有达到规定要求而投入生产或使用者。③拒绝环保部门或有关的监督管理部门现场检查或弄虚作假者。④违反本法有关规定，贮

存、堆放、弃置、倾倒、排放污染物及废弃物者；不按国家规定缴纳排污费或超标排污费者。

有关排污费、行政处分、法律处分等问题，本法规尚有如下规定：①造成水体严重污染，在限期内未完成治理任务，除按规定征收两倍以上的超标排污费外，可根据其所造成的危害和损失处以罚款或责令其停业、关闭。②造成水污染的情节较严重的，对有关责任人员，由所在单位或上级主管机关给予行政处分。③造成水污染危害的单位，有责任排除危害，并对直接受到损失的单位或个人赔偿损失。④违反本法规定，造成重大水污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡严重后果者，对有关责任人员可以比照刑法第 115 条或第 187 条的规定，追究刑事责任。

职业病报告办法

职业病报告办法(occupational disease reporting system)是中国卫生部为预防职业性理化和生物等因素所致职业性疾病，保护职工健康而规定的规章制度。

早在 1956 年 10 月 5 日，卫生部、劳动部即联合颁布了《职业中毒和职业病报告试行办法》。1957 年卫生部公布的《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》中，规定了 14 种职业病为法定报告职业病。1964 年又增列"煤矿井下工滑膜炎"，共计 15 种(类)。1982 年卫生部和国家劳动总局对 1956 年的《试行办法》进行了修改，于 1982 年 3 月 5 日联合颁布了《职业中毒和职业病报告办法》，1982 年 6 月 1 日起在全民所有制厂矿企业中施行。1983 年 12 月 5 日卫生部根据改革的需要，对原《报告办法》进行了修改，并改称为《职业病报告办法》。1987 年又由卫生部、劳动部、财政部和总工会联合修订颁发了《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》(以下简称《规定》)，于 1988 年 1 月 1 日起施行。

《规定》中列出职业病名单共 9 类 101 种，包括：①职业中毒：铅、汞、锰、镉、铊、钒、磷、砷及它们的化合物，铍，砷化氢，氯气，二氧化硫，光气，氨，氮氧化物，一氧化碳，二硫化碳，硫化氢，磷化氢，磷化锌和磷化铝，工业氟，氰及腈类化合物，四乙基铅，有机锡，羰基镍，苯，甲苯，二甲苯，正乙烷，汽油，有机氟聚合物单体及其热裂解物，二氯乙烷，四氯化碳，氯乙烯，三氯乙烯，氯丙烯，氯丁二烯，苯的氨基及硝基化合物，三硝基甲苯，甲醇，酚，五氯酚，甲醛，硫酸二甲酯，丙烯酰胺，有机磷农药，氨基甲酸酯类农药，杀虫脒，溴甲烷以及拟除虫菊酯类农药中毒，根据《职业性中毒性肝病诊断标准和处理原则》可以诊断的职业性中毒性肝病和根据《职业性急性中毒诊断标准和处理原则》可以诊断的其他职业性急性中毒。②尘肺：矽肺、煤工尘肺，石墨尘肺，炭黑尘肺，石棉肺，滑石尘肺，水泥尘肺，云母尘肺，陶工尘肺，铝尘肺，电焊工尘肺以及铸工尘肺。③物理因素职业病：中暑，减压病、高原病、航空病，局部振动病，急和慢外照射、内照射和放射性皮肤烧伤等放射性疾病。④职业性传染病：炭疽，森林脑炎，布氏杆菌病。⑤职业性皮肤病：接触性皮炎，光敏性皮炎，电光性皮炎，黑变病，痤疮，溃疡以及根据《职业性皮肤病诊断标准和处理原则》可以诊断的其他职业性皮肤病。⑥职业性眼病：化学性眼部烧伤，电光性眼炎，职业性白内障。⑦职业性耳鼻喉疾病：噪耳聋，铬鼻病。⑧职业性肿瘤：石棉所致肺癌和间皮瘤，联苯胺所致膀胱癌，苯所致白血病，氯甲醚所致肺癌、砷所致肺癌和皮肤癌，氯乙烯所致肝血管肉瘤，焦炉工肺癌以及铬酸盐制造工肺癌。⑨其他职业病：化学灼伤，金属烟热，职业性哮喘，职业性变应性肺泡炎，棉尘病，煤矿井下工滑囊炎以及牙酸蚀病。

《规定》适用于全民所有制和县级以上集体所有制企业、事业单位和外商投资企业。乡、镇、街道和私人企、事业单位可参照执行。凡被确诊患有职业病的职工，职业病诊断机构应发给《职业病诊断证明书》，享受国家规定的工伤保险待遇或职业病待遇，并安排医治或疗养。对医治或疗养后确认不宜继续从事原工作的职工尚规定了有关工作安排和待遇等事项。1988 年 8 月卫生部进一步修订颁发了《职业病报告办法》(以下简称《办法》)，1989 年 1 月 1 日起执行。《办法》中第 8 条规定："急性职业病由最初接诊的任何医疗卫生机构在 24 小时之内向患者单位所在地的卫生监督机构发出《职业病报告卡》"。第 9 条规定："凡有死亡或同时发生三名以上急性职业中毒以及发生一名职业性炭疽时，接诊的医疗机构应立即电话报告患者单位所在地的卫生监督机构并及时发出报告卡。卫生监督机构在接到报告后径报卫生部，并即赴现场，会同劳动部门、工会组织、事故发生单位及其主管部门，调查分析发生原因，并填写《职业病现场劳动卫生学调查表》，报送同级卫生行政部门和上一级卫生监督机构，同时抄送当地劳动行政部门、企业主管部门和工会组织。"第 10 条规定："尘肺病、慢性职业中毒和其它慢性职业病由各级卫生行政部门授有职业病诊断权的单位或诊断组负责报告。并在确诊后填写《尘肺病报告卡》或《职业病报告卡》，在十五天内将其报送患者单位所在地卫生监督机构。尘肺病例的升期也应填写《尘肺病报告卡》做更正报告"。第 11 条规定："尘肺病患者死亡后，由死者所在单位填写《尘肺病报告卡》，在十五日内报所在地的卫生监督机构。"第 12 条规定："凡有尘、毒危害的企、事业单位，必须在年底以前向所在地的卫生监督机构报告当年度生产环境有害物质浓度测定和工人健康体检情况。"

传染病防治法

《中华人民共和国传染病防治法》简称传染病防治法(infectious diseases control law)，是预防和控制危害

较大和较严重的传染病的发生和流行，保障全体人民健康的卫生法规。它于1989年2月21日经第七届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过，1989年9月1日起正式施行。本法是传染病报告制度的依据。

传染病防治法是建国40年来，中国对传染病防治工作贯彻"预防为主"方针的实践经验的总结，并将预防策略法律化。最先于1955年经国务院批准颁发了《传染病管理办法》，1978年又修订改为《急性传染病管理条例》。这些办法和条例，对中国传染病预防、控制和消灭，特别在消灭天花、控制鼠疫和其他一些严重传染病流行方面，起到了非常重要的作用，也为制订传染病防治法奠定了基础。本法共分总则、预防、疫情的报告和公布、控制、监督、法律责任，以及附则共7章41条。

传染病分类 总则中规定传染病分为甲、乙、丙三类。甲类是指强制管理的传染病：鼠疫、霍乱。乙类是指严格管理的传染病：病毒性肝炎，细菌性和阿米巴性痢疾、伤寒和副伤寒、艾滋病、淋病、梅毒、脊髓灰质炎、麻疹、百日咳、白喉、流行性脑脊髓膜炎、猩红热、流行性出血热、狂犬病、钩端螺旋体病、布鲁菌病、炭疽、流行性和地方性斑疹伤寒、流行性乙型脑炎、黑热病、疟疾、登革热。丙类传染病是指：肺结核、血吸虫病、丝虫病、麻风病、流行性感冒、流行性腮腺炎、风疹、新生儿破伤风、急性出血性结膜炎，除霍乱、痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻病。

传染病报告 ①法定报告人：诊治病人的中、西医务人员，检验、检疫人员，乡村医生，个人医生等。还规定各行各业的职工、机关干部、教师、保幼人员、学生、居民和退休职工等均有报告的义务。兽医在畜间发生人畜共患传染病时，应及时向当地卫生医疗单位报告。②报告方式：法定报告人对已确诊或者疑似传染病的病例，必须及时填写"急性传染病报告卡"或"急性传染病报告表"，由报告人所在卫生医疗单位负责审核上报。发现甲类传染病及其疑似病人时，可先用电话或机要电报报告。其他义务报告人，可用口头、书面、电话等方式向所在地卫生医疗部门报告。③报告时限：发现甲类传染病及其疑似病人，应用最快的办法逐级向卫生防疫站报告，城镇最迟不得超过6 h，农村最迟不得超过12 h。乙类传染病及其疑似病人，城镇应在12 h内，农村应于24 h内报出疫情。如发现暴发性疫情，应尽快报告。④受理机构：所在地的各级卫生防疫站为疫情报告的受理机构。在中国农村实行村、乡、县三级疫情报告网，村级医疗站将疫情报送当地乡级卫生院(所)，再将疫情转报所在地县级卫生防疫站。城镇和企事业单位各级医疗机构将疫情报送所在市、区、县(区、旗)卫生防疫站。县(区、旗)、市(地区)卫生防疫站综合疫情资料，作出旬报、月报、年报，经县级卫生行政部门审核，报上一级卫生防疫站。省、自治区、直辖市卫生防疫站综合本地区疫情资料，经省、自治区、直辖市卫生行政部门审核，按时向卫生部报送月报和年报。⑤户口所在地统计上报原则：非本地区户口的居民发生传染病时，诊治单位应用《急性传染病报告卡片》向病人临时居住所在地卫生医疗单位报送传染病报告。《报告卡片》由该地卫生医疗单位转寄病人户口所在地区卫生防疫站，并由其统计上报。

卫生行政部门有权检查疫情报告质量，发现漏报、迟报、误报，应及时更正。各级卫生防疫机构对疫情应进行经常性统计、分析、评价、预测等，为采取防治措施提供依据。并规定疫情公布制度。

本法还规定，除以上病种外，国务院可以根据情况，增加或减少甲类传染病病种；国务院卫生行政部门可以根据情况，增加或者减少乙类、丙类传染病病种。本法第21条规定，任何人发现传染病病人或者疑似传染病病人时，都应当及时向附近的医疗保健机构或者卫生防疫机构报告。执行职务的医疗保健人员、卫生防疫人员发现甲类、乙类和监测区域内的丙类传染病病人、病原携带者或者疑似传染病病人，必须按照国务院卫生行政部门规定的时限向当地卫生防疫机构报告疫情。卫生防疫机构发现传染病流行或者接到甲类传染病和乙类传染病中的艾滋病、炭疽中的肺炭疽的疫情报告应当立即报告当地卫生行政部门，由当地卫生行政部门立即报告当地政府，同时报告上级卫生行政部门和国务院卫生行政部门。此外，还规定国务院卫生行政部门应当及时地如实通报和公布疫情，并可以授权省、自治区、直辖市政府卫生行政部门及时地如实通报和公布本行政区域的疫情。

国境卫生检疫法

《中华人民共和国国境卫生检疫法》简称国境卫生检疫法(frontier health quarantine law)，是一项防止传染病由国外传向国内或由国内传至国外以保障人类健康为目的的涉外卫生法规。此法于1986年12月2日经第六届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议通过，1987年5月1日起施行。本法共分6章28条，是在1957年第一届全国人民代表大会常务委员会第八十八次会议通过的《中华人民共和国国境卫生检疫条例》的基础上，总结建国以来国境卫生检疫工作的经验，参照世界卫生大会通过的《国际卫生条例》和国际惯例而修改制订的。其立法原则和主要内容如下：

(1) 实施国境全线检疫的原则：国境卫生检疫是指在国境全线上实施卫生检疫，开放口岸是检疫工作的重点，但不限于国境口岸，这是国家主权的要求，也是防止传染病在国际间传播的需要。为此，本法总则规定，为了防止传染病由国外传入或者由国内传出，实施国境卫生检疫。在中华人民共和国国际通航的港口、机场以及陆地边境和国界江河的口岸，设立国境卫生检疫机关，依照本法规定实施传染病检疫、监测和卫生监督。国务院卫生行政部门主管全国国境卫生检疫工作。

(2) 国家确定和公布传染病名单：本法规定的传染病是指检疫传染病和监测传染病。1957年的《国境卫生检疫条例》根据当时的传染病流行情况，规定检疫传染病为鼠疫、霍乱、黄热病、天花、斑疹伤寒和回归热6种。世界卫生组织根据传染病疫情变化的实际情况，在1969年公布的《国际卫生条例》中规定检疫传染病为鼠疫、霍乱、黄热病、天花4种。中国卫生部于1979年9月11日通知将原6种检疫传染病改为鼠疫、霍乱、黄热病、天花4种，与国际检疫传染病名单相一致。与此同时，规定流行性感冒、疟疾、小儿麻痹症、登革热、斑疹伤寒、回归热为国际监测传染病。1980年5月8日世界卫生组织正式宣布在全球范围内已消灭天花，中国政府决定于1981年1月1日起停止执行天花检疫的规定。因此，1986年制定的《国境卫生检疫法》中，规定检疫传染病为鼠疫、霍乱、黄热病3种。为适应国际疫情的发展变化，国务院有权确定和公布其他传染病为检疫传染病。监测传染病由卫生部确定和公布。近年来，艾滋病在世界范围广泛传播，对外开放政策的贯彻实施，艾滋病传入中国的危险性在增长。因此，卫生部已确定艾滋病为监测传染病，并于1987年12月26日经国务院批准，由卫生部、外交部、公安部、国家教委、国家旅游局、中国民用航空局、国家外国专家局联合发布了《艾滋病监测管理的若干规定》，自发布之日起实行。

(3) 国境检疫适用范围：国境检疫适用范围，包括入境、出境的人员，交通工具，运输设备以及可能传播检疫传染病的行李、货物、邮包等物品。尸体和骸骨亦属检疫的范围。

(4) 疫情报告制度及优先传送原则：国境卫生检疫机关发现检疫传染病或者疑似检疫传染病时，除采取必要措施外，必须立即通知当地卫生行政部门，同时用最快的方法报告国务院卫生行政部门，最迟不得超过24 h。邮电部门对疫情报告应当优先传送。中华人民共和国与外国之间的传染病疫情通报，由国务院卫生行政部门会同有关部门办理。

(5) 定点检疫原则：入境的交通工具和人员，必须在最先到达的国境口岸指定的地点接受检疫。出境的交通工具和人员，必须在最后离开的国境口岸接受检疫。这个"指定地点"包括海、陆、空口岸。航空港系指入境飞机降落的停机坪；对国际列车，系指到达中国国境的第一个边境火车站内专供停靠的站台；外轮到达中国的第一个港口等候检疫的地点，称为检疫锚地，一般距码头数公里。1977年9月19日国务院批准的《中华人民共和国国境卫生检疫条例实施规则》规定：检疫锚地由国境卫生检疫机关和港务管理机关会商指定，并且分别报中华人民共和国卫生部和中华人民共和国交通部备案，检疫锚地对外公布。

(6) 签发检疫证制度：国境卫生检疫是一项技术性和政策性都比较强的涉外工作，各国对此都比较重视，一般都由检疫医师担任，并强调医师本人负责，各类证件必须经医师签了始能生效，已成为国际惯例。《国际卫生条例》第79条第3款规定："国际预防接种证书必须由医师或国家卫生行政机关授权的其他人员亲自签字，个人的公务印章不能代替本人签字"。中国《国境卫生检疫法》第11条规定："国境卫生检疫机关依据检疫医师提供的检疫结果，对未染有检疫传染病或者已实施卫生处理的交通工具，签发入境检疫证或者出境检疫证。"明确规定以检疫医师提供的检疫结果为依据，由代表国家卫生行政当局的检疫机关签发证书，这样规定更加周全，符合中国的实际情况。检疫证书是国际交通工具的通行证，没有检疫证书的交通工具，不得入境或者出境。

(7) 国境检疫无豁免原则：国境卫生检疫是以现代医学科学为依据，旨在防止传染病在国际间传播，以保护人体健康，它与入、出境人员身份和国家间的外交关系无直接联系，国际上一般不规定检疫豁免权问题，已被国际社会所公认。《国际卫生条例》规定，在执行时，对具有外交身份的旅行者并无豁免的规定。根据该条例执行的各项卫生措施(如检查各种预防接种证书)，都是以保护健康为目的，这和具有外交身份的人员在某个国家正常入境或居留时，可以免予实施一些行政性或者保安性措施的豁免权不同。因此，该条例适用于一切具有外交身份的旅行者。根据情况，如果他们未具有必要的预防接种证书，也可以予以实施就地验诊、留验或者隔离。《中华人民共和国国境卫生检疫法》第4条规定："入境、出境的人员……都应当接受检疫，经国境卫生检疫机关许可，方准入境或者出境……"。对国际交通工具不存在检疫豁免权问题也有具体规定。1986年9月5日公布并施行的《中华人民共和国外交特权与豁免条例》第18条规定，外交代表的私人行李免受查验，但检疫法规规定管制的物品，可以查验。

(8) 实行传染病监测和卫生监督制度：中国《国境卫生检疫法》第3章和第4章分别对传染病监测和卫生监督作了具体规定。传染病监测是指对入境、出境的人员实施传染病监测，并采取必要的预防、控制措施(如对艾滋病的监测和预防措施)。卫生监督是指对国境口岸的卫生状况和停留在国境口岸的入境、出境的交通工具的卫生状况，实施卫生监督。

(9) 适用国际条约的原则：本法第24条规定："中华人民共和国缔结或者参加的有关卫生检疫的国际条约同本法有不同规定的，适用该国际条约的规定。但是，中华人民共和国声明保留的条款除外"。这条规定确认了国境卫生检疫的基本原则和措施具有国际通用性质，因此，中国可以直接适用国际条约的某些规定，这在中国立法史上是一个突破。

(10) 国务院拥有紧急处置权：本法第6条规定，在国外或者国内有检疫传染病大流行的时候，国务院可以下令封锁有关的国境或者采取其他紧急措施。

（11）法律责任：对违反本法、逃避检疫、隐瞒实情的，一般给予警告或者罚款。对引起检疫传染病或者有引起检疫传染病严重危险的，依照《中华人民共和国刑法》第178条规定："违反国境卫生检疫规定，引起检疫传染病的传播，或者有引起检疫传染病传播严重危险的，处3年以下有期徒刑或者拘役，可以并处或者单处罚金。"

药品管理法

药品管理法（drug administration law）是为了保证药品质量，增进药品疗效，以保障人民用药安全，维护人民健康的卫生法规。

《中华人民共和国药品管理法》于1984年9月20日经第六届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过，1984年9月20日中华人民共和国主席令第18号公布，1985年7月1日起施行。本法对药品生产企业、药品经营企业、医疗单位的药剂管理、一般药品管理、特殊药品管理、药品的包装、分装、商标、广告以及药品监督和违法者应负的法律责任等作了具体规定。国务院卫生行政部门主管全国药品监督管理工作，县以上卫生行政部门行使药品监督职权。

药品管理法适用范围 凡在中国领域内，药品生产经营企业（包括进出口药物）、医疗单位、科学研究单位，不论是国营的、集体的，还是中外合资经营的、外资兴办的以及个体医药商贩、个体行医者，一律适用本法。药品种类包括中药材、中药饮片、中成药、化学原料药及其制剂、抗生素、生化药物、放射性药品、血清疫苗、血液制品、新药以及赋形剂和附加剂等。此外，对药品的包装、分装、说明书、广告等也作了规定。

药品管理法主要内容 （1）实行许可证制度：为了加强药品监督管理工作，保证药品质量，杜绝制售假劣药品，药品管理法规定，凡开办药品生产企业，须经过审查批准，发给"药品生产企业许可证"；开办药品经营企业，须经审查批准，发给"药品经营许可证"，凭"许可证"到工商行政管理部门办理"营业执照"。无"许可证"者，工商行政管理部门不得发给"营业执照"。"药品生产企业许可证"由企业所在省、自治区、直辖市卫生行政部门批准发证。"药品经营许可证"由企业所在县级以上卫生行政部门批准发证。办理"许可证"前，应事先取得当地药品生产经营主管部门的同意。医疗单位配制"制剂"须经所在省、自治区、直辖市卫生行政部门审查批准，并发给"制剂许可证"。"药品生产企业许可证"、"药品经营企业许可证"、"制剂许可证"的有效期，由卫生部规定。到期重新审查，合格者发证，不合格者令其改进，经改进仍不合格者，不发许可证。

（2）实行药品监督制度：药品监督分三个层次：卫生部主管全国药品监督管理工作；省、自治区、直辖市卫生厅（局）负责本省、自治区、直辖市的药品监督管理工作；县（市）卫生局在本县（市）管辖范围内行使药品监督职权，其具体执行机构为卫生局药品检验所。县以上卫生行政部门设药品监督员。药品监督员由药学技术人员担任，由同级人民政府审核发给证书。药品监督员有权按照规定对辖区内的药品生产企业、药品经营企业和医疗单位的药品质量进行监督、检查、抽验，必要时可以按照规定抽取样品和索取有关资料，有关单位不得拒绝和隐瞒。药品监督员对药品生产企业和科研单位提供的技术资料，负责保密。药品监督机构有权调查药物中毒事故；调查和监督处理假劣药品；对构成违法行为者（包括法人）给予行政制裁。

（3）实行国家和地方两级药品标准制度：中国药品管理法规定，由卫生部颁布的《中华人民共和国药典》等药品标准，为国家药品标准。国家药品标准中没有列入的其他药品，省、自治区、直辖市可以制定地方性药品标准。符合国家药品标准或者省、自治区、直辖市药品标准的药品，均可在国内生产销售。

（4）新药审批制度：实行新药审批制度的目的，在于保护人体健康，使用药安全有效。中国药品管理法规定，新药投入生产，须经卫生部批准，并发给批准文号。其他部门和地方政府都没有这个职权。但生产中药饮片除外。为了加强药品质量管理，卫生部和省、自治区、直辖市成立药品审评委员会，负责新药审评工作。该委员会为法定机构，非一般学术团体，它所作的审评决定，具有法律效力。

（5）特种药品实行特殊管理：国家对麻醉药品、精神药品、毒性药品、放射性药品实行特殊管理。上述4类药品的标签，必须印有规定的标志。麻醉药品（包括原植物），只准在指定的单位（或地区）生产，在指定的单位按规定供应。进口、出口麻醉品或卫生部规定范围内的精神药品，须持有卫生部发给的"进口准许证"、"出口准许证"。无证贩运的，公安部门将以贩毒论处。对国家特殊管理的药品，由国务院制定具体管理办法。

（6）药品淘汰制度：对已经批准生产、销售的药品，经过实践证明疗效不确、不良反应大，或者其他原因危害人体健康的药品，卫生部有权决定撤销其批准文号、停止生产和销售。卫生部在作出决定之前，要经过药品审评委员会对已经生产的药品进行再评价。一旦卫生部作出了停止继续生产、销售、使用的决定后，全国必须遵照执行。对已经生产出来的药品，由当地卫生行政部门监督销毁或者处理。不执行的，属违法行为，按制售假药处理。

（7）从业人员定期健康检查制度：药品管理法第35条规定，药品生产企业、药品经营企业和医疗单位直接接触药品的工作人员，必须每年进行健康检查。患有传染病或者其他可能污染药品的疾病患者，不得从事直接接触药品的工作，以防止药品污染后成为传播疾病的媒介，危害人体健康。

法律责任 按照《药品管理法》规定，法律责任有行

政责任、民事责任和刑事责任3种。

(1) 行政责任：对违反药品管理法者，根据情节轻重，县以上卫生行政部门可以给予警告、罚款、没收假劣药品和非法所得，责令停产、停业整顿或者吊销许可证。以上处罚可以单处，也可以并处。处以停产、停业整顿7天以上、或者吊销"药品生产企业许可证"、"药品经营许可证"者，须报同级人民政府决定。

(2) 民事责任：即损害赔偿。违反药品管理法，造成药物中毒事故的，致害单位或个人负损害赔偿责任。受害人可以请求县级以上卫生行政部门处理。当事人不服的，可向人民法院起诉。受害人也可以直接向人民法院起诉提出损害赔偿要求。起诉应当从受害人或其代理人知道或者应当知道之日起一年内提出，超过期限的不予受理。

(3) 刑事责任：对生产、销售假药，危害人民健康的个人或者单位直接责任人员，要追究刑事责任；对生产、销售劣药，危害人民健康，造成严重后果的个人或者单位的直接责任人员，也要追究刑事责任。

卫生标准

卫生标准

卫生标准(health standard)是国家的一项技术法规，为卫生立法的组成部分，是进行预防性和经常性卫生监督和管理的重要依据。在日常生活和生产中经常用到的卫生标准有车间空气中有害物质最高容许浓度、地面水中有害物质最高容许浓度、生活饮用水卫生标准、各种食品的卫生标准、食品添加剂卫生标准、食品中有害物质容许量标准、食品包装容器和工具设备卫生标准、放射防护规程、医用高能X线和电子束卫生防护规定、食品中放射性物质限量标准、学生用课桌椅标准、学生学习负荷标准等。这些标准分属于劳动卫生、环境卫生、食品卫生、放射卫生和儿童青少年卫生标准范畴。

卫生标准是国家总体标准系列的组成部分，为了便于使用、检索和管理，中国国家科委对现行标准的代号和编号作了统一规定，国家标准的代号为GB。

1981年卫生部发布了《卫生标准管理办法》，共5章24条，对卫生标准的研制、审批等事项作了规定。规定对影响人体健康的有毒有害因素，都应逐步制订标准。制订或修订标准的原则，是在保障健康的前提下，做到经济合理、技术可行。以及制订或修订标准应采取现场与实验室相结合的方法，取得充分科学依据，包括利用国内外的资料和进行必要的现场调查和实验研究等。同年，在卫生部领导下成立了"全国卫生标准技术委员会"，主要任务是：①提出研制标准的科研规划建议。②组织审查制订和修订的标准，提出技术审查的结论性意见。③审议有关研制标准的科研成果。④参加相应的国际标准化活动。根据卫生标准所涉及的专业，委员会下设劳动卫生、环境卫生、食品卫生、学校卫生、职业病诊断、放射卫生防护和放射病诊断等7个标准分委员会，分别处理各专业标准的上述任务。

卫生标准的基本概念是，要求人们在日常生活和生产中接触危害因素的程度被限制在最低程度，使其对接触者及子代的健康不产生明显的不良作用；但不是绝对消除危害，达到所谓"零危险度"水平。因此，制订卫生标准必须遵循"在保障健康的前提下，做到经济合理、技术可行"的原则。

所谓"保障健康"，不同专业的卫生标准，有其不同的"保障"水平。例如，环境卫生标准，应保障社会上绝大多数人群，包括老、弱、病、幼(个别易感者除外)不受污染程度的影响；大气透明度不应降低；建筑物、家具不受腐蚀；雾天日数不至增加等。食品卫生标准，应确保消费者食用安全，不引起急性食物中毒、食物性急、慢性疾病或营养不良。劳动卫生标准，应确保绝大多数作业者(除个别易感者外)，在"标准"的作业环境下劳动：不至于引起急、慢性职业病，工作有关疾病，过度疲劳及心理紧张，或对职工子代的不良影响。学校卫生标准，应确保青少年身心的正常发育，控制多发病和发育缺陷。放射卫生标准，确保电离辐射水平不产生近期和远期不良效应。

"技术可行，经济合理"是指制订和修订卫生标准必须考虑中国的具体国情，即技术发展水平和经济承受能力。中国地域辽阔，各地技术、经济发展水平不一，如标准过严，条件差的地区一时难以达到。目前制订的卫生标准，一般都是在不影响接触者健康的前提下，取较低的要求，以保证全国绝大部分地区和企业经过努力均能达到。

另外，在制订，特别是修订卫生标准时，应注意作"投资—效益"分析，权衡提高某项标准要求、即降低其允许接触限值时可能收到的保障健康之效益，是否大于投资，以及国家经济能力所能承受的程度。

认真研究、积极采用国际标准和其他国外先进标准是中国的一项重要技术经济政策，这对卫生标准也是适用的。从广义上说，"采用"包括利用国外有关标准研究的科学资料；引进国外现行标准加以验证、改进、应用；以及直接参考、引用国外现行标准等。目前，最主要、影响最大的国际标准化机构是国际标准化组织(ISO)，它的宗旨是促进标准化工作的发展，扩大国际间的交流和合作。1978年9月，中国以中国标准化协会(CAS)名义参加ISO成为正式成员。ISO的标准(草案)是由所属的各技术委员会(TC)制订的。例如，ISO/TC-109为机械振动与冲击技术委员会、TC-159为有关人类工效学技术委员会，它们颁布的国际标准与劳动卫生标准有直接关系。此外，世界卫生组织(WHO)、国际劳工组织(ILO)、国际粮农组织(FAO)、联合国环境规划署(UNEP)等联合国所属国际机构，都经常颁布有关专业的卫生标准，是极重要的信息资源和人类共有的技术性财富。美国、苏联等发达国家都有较完整的卫生标准研制、审定及发布体系，且几乎每年都完整地公布有关卫生标准的资料，标准的数量远比我国现行标准多，有极大的参考价值。

立法与执法体系的健全是保证标准实施、发挥标准的社会效益和经济效益的两个重要环节。1979年国务院颁布了《中华人民共和国国际标准化管理条例》，对标准的制订和修订；标准分级、审批和发布；标准的贯彻执行；以及标准的管理机构和人员等都作了规定，是把标准转化为"法"的重要保证。目前，应进一步提高整个社会对卫生标准的认识，改革执法机构体制，改善执法队伍素质，强化卫生标准法律效力。

在制订卫生标准时，常需以某些"卫生基准"(health criteria)为依据。例如，制订大气质量卫生标准时，大气质量卫生基准是重要的依据之一。

所谓"卫生基准"是指以人体或人群反应为依据的"接触浓度—接触时间—人体(或人群)反应"的科学实验数据值；或调查研究数据值。这类数据值，在性质上属于大气污染物对人群危害影响的"定量评价依据"。大气污染物不同，所采用的定量评价指标及依据也不尽相同。

接触浓度和接触时间的乘积(c×t)属定量数值，而人群反应则同时含有定性意义。它说明：在何种数量水平(c×t)的影响下，人群将产生何种性质的有害反应，并将有害反应划分成若干等级，与等级的下限相应的"c×t"值，即代表某一污染物对人群产生危害的"阈限值"。

所以，大气质量卫生标准系以上述大气质量基准为基础，但又不等同于基准。它与基准的区别是：基准是一系列的科学实验或调查研究数据，标准则只采用其中个别的严格限定数值；基准通常由卫生部门加以制订，标准则常涉及到行政、立法、司法部门；基准的数值不需要考虑经济、技术和其他因素，标准则需要考虑"投资—效益"分析、技术上的可行性和其他因素；基准是一类上下波动幅度不大的数值，因为人体对污染物的反应只在有限幅度内波动，国与国之间相差不大，标准除了"健康效益"因素外，还受经济、技术、社会、政治因素所制约，国与国之间可以相差很大；基准只从属于科学性，不需要经国家权力机构批准认可，标准则需要经政府或其他权力机构批准通过，因而具有法律效力。

食品卫生标准

食品卫生标准(food hygiene standard)是以《中华人民共和国食品卫生法(试行)》为中心的食品卫生法规体系中的组成部分。由卫生部制订或批准颁发的食品卫生标准，是具有强制性的文件。它是将食品卫生现代科研成就应用于食品卫生社会实践的最有效的形式，是对消费者提供安全性食品保证的依据。

中国曾先后制订过单项的和部分的食品卫生标准，如1954年关于食品中糖精用量的规定，1957年关于冷饮卫生质量的要求，1958—1960年关于食用色素、乳品、蛋品的食品卫生标准的规定等。1978年颁布了中国第一部系统全面的食品卫生标准，1986年再次修订、补充和发布了有关食品卫生、包装材料，有毒有害物质限量及理化、微生物检验方法等227个各类食品卫生管理办法32个，即GB 2760—86，即中华人民共和国食品卫生标准。

食品卫生标准的基本内容，是对各类食品或原料中有害健康的物质，分别规定它们各自的质量和允许量水平，一般称为食品卫生质量指标。

食品卫生质量指标 是对食品卫生质量方面要求达到的项目及限制水平，是食品卫生质量的全面标志。各个国家、不同年代对各种食品在卫生质量指标上，虽然互有出入，但基本上不外下列几类指标：

(1) 感官指标：感官指标是人们借助自己的感觉器官能够辨认的食品性质，主要是食品的色、香、味、型。食品感官指标是根据人民群众长年对良质食品所形成的固有概念而制订的。良好的感官性质，使人对食品产生愉快感和应有的食欲，不发生厌恶和对其质量的怀疑，故感官指标具有一定的生理学意义。食品的某种污染和轻微变质，常常反映在它的感官指标上，而极易为人们所察觉，甚至用现代化学、毒理学手段还不能肯定其食品卫生学意义的有害水平，也可以通过感官检查而予以辨认。例如有人对192种有嗅味的食品蛋白质分解产物进行了感官检测，发现其中90%以上的物质，对人的嗅觉刺激阈为10^{-7}—10^{-12}mol/L。食品的颜色、滋味和组织构型的轻微变化也极易为人们感官所察觉。所以食品感官指标是敏感性高的食品卫生指标。根据感官指标检查和评定食品卫生质量，应该力求其客观化，以消除可能的主观偏

差。国外水产公司依靠经过训练有素的专业人员，借助感官检查评定食品卫生质量，可分别将被检鱼的色、香、味、型加以区分，然后计算平均分数，作为评定鱼的鲜度指标，检查中应注意照明对颜色、温度对气味、感觉疲劳对检查结果、危险污染物对检查者健康的多种影响。在根据感官检查结果评定食品卫生质量的意见有矛盾时，可另借助敏感可靠的客观检查来进行裁判。

(2) 微生物学指标：包括细菌在内的各种生物性污染，要根据对食用者健康的威胁程度、检测技术的难易和检测结果的准确度，分别作出不同的规定。例如：①食品的菌落总数：这是表示食品在严格规定的条件下（例如在37℃、pH 7.4、普通营养琼脂经24 h培养）所污染的细菌（主要是非致病菌），每个细菌必须以能形成一个菌落的条件表示其检测结果，据以评价食品被细菌污染的程度。显然，这里并不包括在普通营养琼脂培养基上发育成菌落的食品中的细菌，故它不是食品中的细菌总数，而是在一般情况下食品中所含的绝大多数的活菌数。本指标能显示食品的清洁程度和食品腐败变质的可能性，但不能将其与对人体的直接危害联系起来。一般是通过大量调查，取其大多数样品能达到的水平作为本指标的标准限量。在执行本指标时，特别是涉及不合格食品的处理时、应该容许有一定的灵活范围。②食品的大肠菌群最近似值：是按两种稀释度各三管的乳糖三步发酵法检测条件下所检测的结果，经统计学算出食品每100 g或每毫升中的大肠菌群数。它显示食品被温血动物粪便污染的程度和肠道致病菌存在的可能性，其食品卫生学意义虽比菌落总数更重要些，但也仍然不是直接危害食用者的指标。③各种致病菌：这类指标对人体健康的危害是明确的，很难定出"剂量效应关系"，故规定为"不得检出"，执行中要严格坚持这项标准。④其他生物性污染：如寄生虫、原虫、病毒和霉菌等，有的已经列为食品卫生质量指标，有的尚未列入，其原因有的因食品卫生学意义尚未明确，有的出于检测技术是否易于施行的考虑。

(3) 毒理学指标：毒理学指标是根据食品毒理学的原理和检测结果规定的食品中有害因素的限量标准。它包括全部化学性污染物、食品添加剂、食品中产生的有毒化学物质、食品天然成分毒物、生物性毒物（如霉菌毒素、细菌毒素等）以及食品中污染的放射性核素等。这些物质可以统称为毒物。毒物的毒性都是相对的，决定性因素是剂量，剂量的大小决定其毒性强弱。这项指标制订的依据是剂量—效应关系。各种毒物在食品中的容许限量，是根据动物毒性试验的最大无作用剂量外推至人而订出的。

(4) 间接反映食品卫生质量可能发生变化的指标：这类指标本身并无直接的食品卫生学意义，但可显示该食品有即将发生卫生质量降低的可能。如粮食、奶粉的水分含量增高，预示即将腐败变质。这类指标的制订和执行，要充分考虑其实际意义，以经过验证的理论或实践经验为依据。

(5) 商品规格质量指标：这类指标纯属食品的商品学要求，没有直接的食品卫生学意义，一般不列入食品卫生质量标准。如酒中乙醇含量，冷饮中蔗糖含量等。但个别情况下也可能联系到食品卫生问题，如冷饮蔗糖含量低，是否有加入糖精的可能，何况食品作为一个整体，也需了解其商品指标，只是卫生部门一般不参与这类指标的制订与执行而已。

食品卫生标准的制订与批准程序 根据中国食品卫生法及有关规定，要按下述程序对每一种食品的食品卫生标准进行批准和颁发。①卫生部根据工作需要，组织由食品卫生专家参加的该项食品卫生标准协作研究组，经过一定的实验和检测后，提出食品卫生标准草案，或由该项食品的主管部（如轻工业部、商业部等），根据需要和自己的实验或检测值提出该项食品卫生标准的建议稿。②将标准草案或建议稿送交卫生部食品卫生监督检验所，经征求有关部门意见和修改后，向卫生部提出该项食品卫生标准的送审稿。③卫生部讨论和审批并将该食品卫生标准送至国家技术监督局备案，从而完成制订程序成为国家正式标准。

食品卫生标准的有关规定 ①食品企业卫生管理办法，详细规定了必须具备的卫生条件和必须达到的食品卫生要求。中国已制订了32项食品卫生管理办法。②食品卫生标准对每项指标的检测方法，中国卫生部已经发布并执行的有：《食品卫生检验·理化部分》《食品卫生检验·微生物部分》和《食品卫生检验·放射性物质部分》等。

营养素供给量标准

营养素供给量全称为每日膳食中营养素供给量。美国称为"推荐每日膳食供给量"（recommended daily allowance, RDA），苏联称为"一昼夜需要量标准"，日本称为"营养需要量"。名称虽不一致，但其涵义基本相同，系指在一般环境下的正常人为了保证正常发育（未成年）、维持健康和有充沛的精力投入生活和从事工作，每日所必须摄取的热能和各种营养素的量。营养素供给量标准制订的基础是营养生理需要量或称营养生理最低需要量，系指为满足人体营养的生理需要每日所必需的热量和各种营养素量。

营养生理需要量 通常根据下列某项或数项调查或实验资料确定的人体营养生理需要量：①对健康人群进行长年调查，其实际摄取的热能和营养素量一般可反映他们的生理需要量。早年Carl von Voit, Max Rubner和Atwater等人就是根据这个原则提出了蛋白质的生理需要量。虽然在具体数值上后人已有进一步发展，但作为一个方法学原则，却无可非议。婴儿某些营养素的生理需要量是按乳汁中含量来确定，也是基于上述原则。至于健康人群的"健康"需要量，至少应在人体测量资料（体格与发育水平）、流行病学指征和劳动效率等几方面，加以客

规验证。②热能与某些营养素的平衡实验：即实验对象在维持良好的健康状态下，进行足够长时间的热能、蛋白质和钙等的摄取与消耗或排出之间的平衡实验。凡能使人体维持正平衡(摄取量≥消耗量和排出量)的摄取量，即被认为是生理需要量。如Chittenden等关于蛋白质，Rose等关于必需氨基酸的生理需要量的建议，均根据平衡实验原则提出。但也有一定争议，如平衡实验应持续多长，在摄取量较低水平上建立的平衡，其可信性如何等。③以某些营养素在人体组织内达到饱和状态或维持在一定浓度水平上所必需摄取的量作为生理需要量，如水溶性维生素的生理需要量常按这个原则来确定。此法存在的问题是，维生素在人体内的饱和状态是否必要，维持在何种浓度水平上较为适宜等。④纠正人体某种营养素不足或缺乏所需要的量，也可视为生理需要量：营养不足症或营养缺乏症的试验性治疗的剂量对确定营养生理需要量也有重要参考意义。

营养供给量 是在营养生理需要的基础上考虑以下各点后确定的。①在人群平均生理需要量及其波动范围的基础上，适当考虑个体差异而制定的安全量。②考虑营养素在食物加工烹调过程中的损失，摄食后在人体内消化吸收和利用的不充分以及各营养素间不平衡或其他相互影响等的弥补量。③食品生产供应和其他社会经济因素等的考虑。营养供给量一般均略高于生理需要量。前者是营养的实施标准，后者是人体营养需要的理论值。

营养供给量的人群划分 制订营养供给量时，总是将营养生理需要量颇为近似的对象划分为若干人群，在每一人群中设想一个符合既定条件的个体，即所谓"参考人"，按参考人规定出人群的营养供给量。在某一人群内部，如有些对象的生活劳动条件与参考人有较大差别，则应将这些对象的营养供给量作相应调整。划分人群的主要依据是：①年龄：年龄阶段的划分各国不尽相同，中国1988年将儿童分为十四个阶段，即：初生、6个月—、1岁—、2岁—、3岁—、4岁—、5岁—、6岁—、7岁—、8岁—、9岁—、10岁—、11岁—、12岁。少年男女均分为两个阶段，即13岁—、16岁—。成人一个阶段，18—45岁，对4—6个月及7—9个月孕妇和乳母因生理需要特殊，也将其营养素供给量专项列出。此外，将45岁—列为老年前期，老年又分为60岁—、70岁—及80岁三个时期，以利于营养素供给量的安排。国外可供参考的年龄分段，美国(1980)1岁以上儿童分三段(1岁—、4岁—、7岁—)，少年分三段(11岁—、15岁—、19岁—)。成人为23—50岁，50岁以上不再细分。日本(1979)年龄划分较细，1岁以内分3个月龄段(0—、2个月—、6个月—)，1—20岁1岁一段，20岁以上每10岁一段。②性别：中国从13岁开始男女分别规定供给量，美国从11岁、日本从3岁就有性别区分。③体重与身高：体格发育水平显著影响营养生理需要量，故营养供给量不同的各人群均应规定标准体重与身高，中国在13岁以上各年龄阶段均有标准体重，如成年男女分别为63 kg和53 kg。美国和日本的营养供给量标准中，除标准体重外，尚有身高。如美国成年人(23—50岁)体重男女分别为70 kg和58 kg，身高男女分别为178 cm和163 cm。日本20—30岁的成人男女体重分别为62.0 kg和51.33 kg，身高为170 cm和156.6 cm。营养供给量应根据身高体重作适当补正，但为防止体重过高，大多不作调整。④体力劳动强度：中国成人男女营养供给量按体力劳动强度分别列出极轻、轻、中等、重和极重五级，但女性无极重体力劳动，仅分四级。美国和日本则只列出中等体力劳动者的供给量，另外给出轻、重、极重劳动者在此基础上的调整量。调整项目仅限于热能、维生素B_1、B_2和尼克酸等与劳动强度关系明显的项目。⑤孕妇与乳母营养供给量各国均以在正常妇女供给量的基础上增加一定量的方式来表示。此外，关于供给量调整因素，中国尚有热能消耗量的地区差值(包括气象因素及体格因素等)，国外尚有按膳食中动物性食品所占比重而对铁有不同供给量的规定。

营养供给量中的营养素种类 由于营养学理论和检测手段的发展水平不同，各国营养素供给量中所列入的营养素种类也不完全相同，包括中国在内的各国营养素供给量标准中，共同列入的项目有热能，蛋白质、钙、铁、维生素A、B_1、B_2、PP、C、D。1988年中国新增了锌、硒、碘及维生素E。美国(1980)尚列入维生素B_6、B_{12}、E，叶酸，磷、镁以及微量元素锌和碘。有些国家以各种形式列出必需氨基酸、食盐(或钠)的供给量，或建议尽量摄取多种食物，以保证尚不清楚的营养素的需要。

营养素供给量标准见附录三

食品添加剂使用卫生标准

食品添加剂使用卫生标准(health standard for food-additives utilizing)是为防止食品添加剂的有害作用、保障食用安全及保护居民健康而对食品添加剂的种类及其限量值所作出的卫生学规定。本标准于1981年由卫生部首次公布(GB 2760—81)，经过几年来的应用与验证，进行了一些修订和增补，于1986年再次颁发(GB 2760—86)。现将其种类及限制值列表如下：

食品添加剂种类及限制值

种类	名称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备注
防腐剂	苯甲酸 苯甲酸钠	酱油、醋、果汁类、果酱类、果子露、罐头	1.0	浓缩果汁不得超过2 g/kg
		葡萄酒、果子酒、琼脂软糖	0.8	苯甲酸和苯甲酸钠同时使用时，以苯甲酸计，不得超过
		汽酒、汽水	0.2	

续表

种类	名　称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备　注
防腐剂		果子汽水	0.4	最大使用量
		低盐酱菜、面酱类、蜜饯类、山楂糕、果味露	0.5	
	山梨酸 山梨酸钾	酱油、醋、果酱类、人造奶油、琼脂软糖	1.0	浓缩果汁不得超过2 g/kg 山梨酸及山梨酸钾同时使用时，以山梨酸计，不得超过最大使用量
		低盐酱菜、面酱类、蜜饯类、山楂糕、果味露、罐头	0.5	
		果汁类、果子露、葡萄酒、果酒	0.6	
		汽酒、汽水	0.2	
	二氧化硫、焦亚硫酸钾、焦亚硫酸钠	葡萄酒、果酒	0.25	二氧化硫残留量不得超过0.05 g/kg
	丙酸钙	面包、醋、酱油、糕点	2.5	
	丙酸钠	糕点	2.5	
	对羟基苯甲酸乙酯（又名尼泊金乙酯）	酱油	0.25	
		醋	0.10	
	对羟基苯甲酸丙酯（又名尼泊金丙酯）	清凉饮料	0.10	
		水果、蔬菜表皮	0.012	
		果子汁、果酱	0.20	
	脱氢醋酸	腐乳、什锦酱菜、原汁橘浆	0.30	
抗氧化剂	(1)丁基羟基茴香醚(BHA)	油脂、油炸食品、干鱼制品、饼干、速煮面、速煮米、干制食品、罐头、腌腊肉制品	0.2	抗氧化剂(1)与(2)混合使用时，总量不得超过0.2 g/kg；抗氧化剂(1)、(2)、(3)混合使用时，(1)、(2)总量不得超过0.1 g/kg，(3)不得超过0.05g/kg 最大使用量以脂肪计
	(2)二丁基羟基甲苯(BHT)		0.2	
	(3)没食子酸丙酯		0.1	
	异抗坏血酸钠	水果、蔬菜、罐头、果酱、冷冻鱼	1.0	
		啤酒	0.04	
		瓶装葡萄酒、果汁	0.15	
		肉及肉制品	0.50	

续表

种类	名　称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备　注
发色剂	硝酸钠	肉类制品	0.50	残留量以亚硝酸钠计，肉类罐头不得超过0.05 g/kg；肉制品不得超过0.03 g/kg
	亚硝酸钠	肉类罐头 肉类制品	0.15	
漂白剂	亚硫酸钠	蜜饯类、饼干、罐头、葡萄糖、食糖、冰糖、饴糖、糖果、液体葡萄糖、竹笋、蘑菇	0.6	残留量以二氧化硫统计，竹笋、蘑菇残留量不得超过0.025 g/kg，饼干、食糖、粉丝、罐头不得超过0.05 g/kg，赤砂糖及其它品种不得超过0.1 g/kg
	低亚硫酸钠（即保险粉）		0.4	
	焦亚硫酸钠或亚硫酸氢钠		0.45	
	硫磺	蜜饯类、干果、干菜、粉丝、食糖	只限用于熏蒸	
酸味剂	柠檬酸	果酱类、饮料、罐头、糖果、糕点馅、羊奶	正常生产需要	
	乳酸、酒石酸、苹果酸	果酱类、饮料、罐头、糖果	正常生产需要	
	偏酒石酸	罐头		
	磷酸	调味料、罐头、可乐饮料		
	醋酸	调味料、罐头		
凝固剂	硫酸钙（石膏） 氯化钙	罐头、豆制品	正常生产需要	
	盐卤、卤片（氯化镁）	豆制品		
疏松剂	碳酸氢钠 碳酸氢铵	饼干、糕点、羊奶	正常生产需要	
	轻质碳酸钙	配制发酵粉、罐头		
	钾明矾 铵明矾	油炸食品、水产品、豆制品、发酵粉、威夫饼干、膨化食品、虾片	正常生产需要	
	磷酸氢钙	饼干、代乳品		
增稠剂	琼脂	果酱类、冷饮、罐头、糖果、糕点	正常生产需要	
	食用明胶	冷饮食品、罐头、糖果、糕点		
	羧甲基纤维素钠	速煮面、罐头、冰激凌	5.0	
	海藻酸钠 海藻酸钾	罐头、冰激凌、面条	1.5	

续表

种类	名称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备注
增稠剂	果胶	罐头、果酱、糖果、果汁、冰激凌、巧克力	正常生产需要	
	阿拉伯胶	饮料、巧克力、冰激凌、果酱	0.5～5.0	
消泡剂	乳化硅油	味精发酵	0.2	
	DSA—5(高碳醇脂肪酸酯复合物)	制糖工艺、味精工艺	3.0	
		酿造工艺	1.0	
		豆制品工艺	1.6	
甜味剂	糖精钠	酱菜类、调味酱汁、浓缩果汁、蜜饯类、配制酒、冷饮类、糕点、饼干、面包	0.15	浓缩果汁按浓缩倍数80%加入
		盐汽水	0.08	
	甜叶菊糖甙	液体和固体饮料、糖果、糕点	正常生产需要	
	环己基氨基磺酸钠(又名甜蜜素)	清凉饮料、冰激凌、糕点	0.25	
		蜜饯	1.0	
	天门冬酰苯丙氨酸甲酯(又名甜味素)	汽水、乳饮料、醋、咖啡饮料、啤酒	正常生产需要与蔗糖或其他甜味剂合用	
	麦芽糖醇	冷饮类、糕点、浓缩果汁、饼干、面包、酱菜类、糖果	正常生产需要	
	D-山梨糖醇液	糕点	5.0	
	甘草	罐头、调味料、糖果、饼干、蜜饯(广式凉果)	正常生产需要	
着色剂	苋菜红、胭脂红、赤鲜红、新红	果味水、果味粉、果子露、汽水、配制酒、糖果、糕点上彩装、红绿丝、罐头、浓缩果汁、青梅	0.05	人工合成色素混合使用时,应根据最大使用量按比例折算;红绿丝使用量可加倍。果味粉色素加入量按稀释倍数的50%加入
	柠檬黄、日落黄、靛蓝		0.10	
	亮蓝		0.025	
	甜菜红、姜黄		正常生产需要	
	红花黄	同上、冰激凌	0.20	
	虫胶红	果味水、果味粉、果子露、汽水、配制酒、糖果、罐头	0.50	
	叶绿素铜钠盐		0.50	
	越橘红	果汁、冰激凌	正常生产需要	

续表

种类	名称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备注
着色剂	辣椒红、辣椒橙	罐头、糕点上彩装	正常生产需要	
	酱色(不加铵盐生产及加铵盐生产)	罐头、糖果、饮料、冰激凌、酱油、醋	正常生产需要	
	红米红	冰激凌、糖果、配制酒	正常生产需要	
	栀子黄	饮料、配制酒、糕点上彩装	0.3	
	菊花黄浸膏	饮料、糖果、糕点上彩装	0.3	
	黑豆红	饮料、糖果、配制酒、糕点上彩装	0.8	
	高粱红	熟肉制品、果子冻、糕点上彩装	0.4	
	玉米黄	人造黄油、人造奶油、糖果	5.0	
	萝卜红	饮料、糖果、配制酒、罐头、蜜饯、糕点上彩装	正常生产需要	
	可可壳色	汽水、配制酒	1.0	
		可乐型饮料	2.0	
		糖果、糕点上彩装	3.0	
	红曲米	配制酒、糖果、熟肉制品、腐乳	正常生产需要	
	玫瑰茄红	饮料、糖果、配制酒	正常生产需要	
	β-胡萝卜素	奶油、膨化食品	0.2	
乳化剂	蔗糖脂肪酸酯	肉制品、香肠、乳化香精	1.5	
		橘子、苹果、鸡蛋保鲜用	1.5	
	酪朊酸钠	椰子汁、肉制品、罐头	正常生产需要	
	山梨醇酐单硬脂酸酯(司盘60)	椰子汁、果汁、牛乳、奶糖、冰激凌、面包、糕点、麦乳精、人造奶油、巧克力	3.0	
	山梨醇酐三硬脂酸酯(司盘65)	饮料混浊剂	0.05	
	田菁胶	冰激凌	0.5	

续表

种类	名称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备注
乳化剂	单硬脂酸甘油酯	糖果、巧克力糖、饼干、面包、乳化香精、冰激凌	6.0	
	木糖醇酐单硬脂酸酯	糖果、人造奶油	5.0	
		糕点、面包	3.0	
		乳化香精	40.0	汽水中含0.04 g/kg
	单棕榈酸山梨糖甘酯	椰子汁	6.0	
	硬脂酰乳酸钙，硬脂酰乳酸钠	糕点、面包	2.0	
	酯胶	口香糖基础剂	1.0	
		乳化香精	100.0	相当汽水0.1 g/kg
	乙酸异丁酸蔗糖酯	乳化香精	70.0	汽水中0.14 g/kg
品质改良剂	磷酸三钠	罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳	0.5	复合磷酸盐使用时，以磷酸盐总计；罐头肉制品不得超过1.0 g/kg 炼乳不得超过0.50 g/kg
	六偏磷酸钠		1.0	
	三聚磷酸钠		2.0	
	焦磷酸钠		1.0	
	磷酸氢二钠 磷酸二氢钠	淡炼乳	0.5	
	溴酸钾	面包、饼干	0.05	
	淀粉磷酸钠	蔬菜、罐头、面制品、果酱、饮料、汤料、冰激凌、奶油、调味料	正常生产需要	
	过氧化苯甲酰	面粉改良剂	0.3	
抗结剂	亚铁氰化钾	食盐	0.005	以亚铁氰根计
香料	允许使用的香料	配制各种食用香料	正常生产需要	见食品香料名单
	暂时允许使用的香料	配制各种食用香料	正常生产需要	
其他	碳酸钾	面制食品	正常生产需要	
	碳酸钠(包括无水碳酸钠)	面制食品、糕点	正常生产需要	
	高锰酸钾	酒、淀粉	0.5	酒中残留量以锰计，不得超过0.002 g/kg

续表

种类	名称	使用范围	最大使用量(g/kg)	备注
其他	氢氧化钠	加工助剂	正常生产需要	
	4-氯苯氧乙酸钠	豆芽		残留量为1.0 ppm
	液体石蜡	面包脱模、味精发酵消泡	正常生产需要	
		淀粉软糖、鸡蛋保鲜	1－5	
	石蜡	胶姆糖	50.0	
	聚醋酸乙烯酯	胶姆糖、乳化香精	60.0	
	二氧化碳	汽水、汽酒、饮料	正常生产需要	
	盐酸	加工助剂	正常生产需要	
	虫胶	巧克力糖、膨化巧克力	0.20	
	乙二胺四乙酸二钠	罐头	0.25	
	乙氧基喹	苹果保鲜用		残留量为1 ppm
	柠檬酸亚锡二钠	蘑菇、柑桔、苹果、果汁等罐头	0.3	
	柠檬酸钠	糖果、罐头	正常生产需要	
	葡萄糖酸-δ-内酯	豆腐	3.0	
	丙二醇	糕点	3.0	
	异构化乳糖	鲜乳、饮料	1.5	以异构化乳糖干物质计
		乳粉	15.0	
		饼干	2.0	

工业企业设计卫生标准

《工业企业设计暂行卫生标准》(标准101—56)是中国于1956年首次由国家建设委员会和卫生部联合颁布的；随后进行了修订、增补，于1962年颁布了《工业企业设计卫生标准》(GBJ—1—62)(health standard for the design of industrial enterprise)。1965和1973年又多次进行修订、扩充，于1979年经卫生部、国家基本建设委员会、国家经济委员会、国家计划委员会劳动总局批准颁布，成为现行的《工业企业设计卫生标准》(TJ 36—79)(以下简称《标准》)。

《标准》规定了车间空气、饮用水、地面水和大气中有害物质的最高容许浓度；厂址选择、厂区内布置及厂房建筑的卫生要求；车间防暑、防寒，防湿的卫生要求、车间内

工作地点夏季气温和空调温度的规定；车间辅助用室，包括生产卫生用室、妇幼卫生及医疗卫生设施的卫生要求等。《标准》规定，产生有害因素的工业企业与居住区之间应设置一定的卫生防护距离，距离宽度由具体情况确定，在卫生防护距离内不得设置经常居住的房屋，并应绿化。

《标准》要求，在设计企业时应全面规划，合理布局，消除"三废"危害，保护环境，造福人民。因此，必须把治理各种有害因素和处理"三废"措施项目，与主体工程和生产项目同时设计、同时施工、同时投产（称三同时原则）。本标准为全国通用工业企业设计卫生标准，"适用于新建、改扩建、续建的大中型工业企业。对于产生显著毒害的小型工业企业，亦应按本标准的有关规定执行。现有工业企业，有污染危害的，亦应积极采取行之有效的措施，逐步达到本标准的有关规定"。因此，《标准》既是对工业企业的设计进行预防性卫生监督和审核的依据，亦是对现有工业企业的作业环境及卫生设施进行经常性卫生监督和管理的依据。

《标准》规定，设计工业企业时，应采用新工艺、新技术，并将废气的回收、综合利用和净化处理等措施纳入生产工艺流程，使有害物质排入大气经扩散稀释后，不得对人、畜和农作物有毒害作用；规定居住区大气中有害物质的浓度应符合卫生要求，并列出了"居住区大气中有害物质最高容许浓度"（附录三）。第 21 条规定，工业废水和生活污水，应经必要的处理，方准排入地面水体。当其排入地面水体后，下游最近用水点的水质，应该要符合该《标准》规定的要求，并且要分别列出"地面水水质卫生要求"（附录三）及"地面水中有害物质最高容许浓度"（附录三）。

《标准》还列专条对 120 项共 134 种工业有毒气体、蒸汽和粉尘，规定了容许接触限值，即"车间空气中有害物质最高容许浓度"。它是劳动卫生标准的重要组成部分；亦是对作业环境中化学性危害因素进行监测、管理，对防毒、防尘措施效果进行评价的主要依据。制订有害因素的容许接触限值，旨在使作业者对有害因素的接触程度控制在最低水平，以保护作业者及其子代免受损害（附录三）。

劳动卫生标准

为控制职业危害因素的强度，保护劳动者健康，对生产环境中各种职业危害因素规定的接触限值（exposure limit），作为衡量作业环境卫生状况的尺度、改善劳动条件的奋斗目标及实施工业卫生监督的依据。此类对涉及劳动环境及劳动条件诸方面卫生要求所制订的标准，称为劳动卫生标准（occupational health standard），主要包括：体力劳动负荷限量、生产环境气象条件、工业噪声与振动、高频电磁场与微波的限制值，以及作业场所空气中毒物、粉尘类的最高容许浓度等。

《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—79）是中国现行的主要卫生标准，其中第 32 条的附表规定了车间空气中有害物质的最高容许浓度。此外，卫生部、第四机械工业部颁发了《微波辐射暂行卫生标准》；卫生部、国家劳动总局颁布了《工业企业噪声卫生标准（试行草案）》等。这些标准都是劳动卫生标准的重要组成部分。

《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—79）中对 120 项共 134 种工业有毒气体、蒸气及粉尘，规定了容许接触限值，即最高容许浓度（附录三）。它是对作业环境中化学性危害因素进行监测、管理的"基准"；亦是对防毒、防尘措施效果进行评价的主要依据。制订化学因素的容许接触限值，旨在使作业者的接触程度控制在最低水平，以保护作业者及其子代免受毒物及粉尘的损害。

工业毒物的容许接触限值 工业毒物的容许接触限值的概念、制订方法及实施原则，各国的规定均有所不同。例如，中国和苏联等国家规定的车间空气中有害物质的容许接触限值采用上限浓度，称为最高容许浓度（MAC），即在多次有代表性的采样测定中均不应超过的数值（mg/m^3），指工人在该浓度下长期进行生产劳动，不致引起急性或慢性职业性危害的浓度。美国及西欧许多国家所采用的容许接触限值称为阈限值（TLV），指几乎所有的工人每天反复接触而不致产生"有害作用"的浓度（mg/m^3或ppm）。阈限值又分为三种：①时间加权平均阈限值（TLV-TWA），指正常 8 h 工作日或 40 h 工作周的时间加权平均浓度。②短时间接触阈限值（TLV-STEL），指每次接触 15 min，每天接触不超过 4 次，且前后两次间隔不短于 60 min的接触限制值。③上限值（TLV-C），指瞬时接触亦不得超过的最高限值。除少部分毒物制订了TLV—C外，其余均采用TLV—TWA值，或兼有TLV—STEL值。对大多数属慢性蓄积作用的毒物，时间加权平均浓度概念能确切地反映实际接触水平，较容易"达标"，故更为可行。中国许多劳动卫生调研报告已广泛采用这一概念，接触限值的表达方式今后有望逐步过渡为兼用MAC与TWA两种概念。

车间空气中毒物最高容许浓度 制订车间空气中有毒物质的最高容许浓度应以该物质的理化性质、动物实验、中毒病人的临床观察，以及职业流行病学调查等方面的国内外文献资料，结合课题研究者本身所得实验及调研资料为依据，寻求接触与反应关系，确定慢性阈作用浓度和无作用浓度，并根据其毒作用性质，有无蓄积毒性，有无致畸、致突变、致癌、致敏及迟发性神经毒作用等，选择一定的"安全系数"（一般为 2—20），推算出最高容许浓度的建议值（即MAC＝慢性阈作用浓度/安全系数）。对于已经投入生产和使用的化学物质，主要依据现场卫生学及职业流行病学调研资料加以审核、确定，提出MAC的建议值或修订值。如所研究的毒物为新化学物质，一般先从动物毒理实验开始，首先测得毒物毒性的基本资料，如入体途径、急性毒性参数（LD_{50}、LC_{50}、急性吸

入阈浓度等)，然后选择合适的浓度和观察指标，进行3—6个月的动物实验，求出慢性阈作用浓度，进而提出以动物实验资料为基础的最高容许浓度的"初步建议值"。如能进一步获得中毒的临床观察资料和投入使用后初步的现场卫生学及职业流行病学调查资料，则可对初步建议值加以验证，订出更安全、合理和切实可行的MAC。研制资料需汇总于全国卫生标准技术委员会劳动卫生分委员会，经分委员会组织专家审阅、评议。最后上报中国预防医学科学院标准处，经国家卫生部及有关主管部门审核、批准，作为卫生部级正式卫生标准颁布实施。

车间空气中有毒物质的最高容许浓度是评价作业环境中卫生条件及采取改善措施的主要依据，而不是安全与有害的绝对界限。故不能以车间空气中毒物浓度是否超过MAC值作为肯定或否定职业中毒诊断的根据。

制订车间空气中有害物质接触限值的原则，是以保障健康的前提下，做到经济合理，技术可行，即从中国国情出发，把安全性与可行性相结合，达到保障工人身体健康，促进生产发展的目的。对此，世界卫生组织(WHO)提出"两步策略"原则。第一步，根据接触—反应(效应)关系资料，提出"确保健康的建议接触限值"；第二步，根据本国(特别指发展中国家)的社会、经济、技术及文化背景，考虑其可行性情况，作适当调整(一般是有所"放宽")，提出切实可行的"实施限值"。

车间空气中常同时存在数种有毒物质，一般都把它们的联合作用按相加作用处理，并按下式进行计算、评价：

$$\frac{C_1}{M_1}+\frac{C_2}{M_2}+\cdots\cdots\frac{C_n}{M_n}\leqslant 1$$

式中C_1、C_2……C_n为各个物质的实测浓度值；M_1、M_2……M_n为各个物质的最高容许浓度值。

计算结果等于或小于1时，表示共存物质的浓度是可以容许的，大于1时表示已超过容许浓度。例如，车间空气中有苯、甲苯、二甲苯共存，测得苯的浓度为$20mg/m^3$，甲苯为$50mg/m^3$，二甲苯为$60mg/m^3$，这三种物质的最高容许浓度分别为40、100、$100mg/m^3$，按上式计算得出：

$$\frac{20}{40}+\frac{50}{100}+\frac{60}{100}=1.6$$

其结果1.6＞1，即现有浓度已超过共存物质容许的浓度。

毒物在生物材料中的含量　有些毒物或其代谢产物在接触者的血、尿、唾液、呼气、毛发等生物材料中的浓度，或由接触所致某种生物化学指标的改变，与接触毒物的程度有一定相关，以至呈现明显的接触—反应关系。因此，测定这些毒物及其代谢物在生物材料中的含量，和某些生物功能指标的改变，可更稳定、更客观地提供接触者吸收毒物的"内剂量"，从而成为测定空气浓度的重要补充。对这类生物学监测指标制订出参比值、过量接触值和中毒诊断值，可用以估测接触者体内毒物的负荷量，也可作为职业病损害的早期检测和环境危害的生物学监测、评价的手段。中国的《工业企业设计卫生标准》中尚无此类标准，但美国等发达国家已把它与TLV表一起并列于同一发行物内，称"生物学接触指数"(biological exposure index，BEI)，共列出呼出气中CO及血液中HbCO等近50个BEI值，成为职业容许接触限值的组成部分。

致癌工业毒物的卫生标准　关于具有致癌作用的工业毒物的"卫生标准"，由于对致癌物是否存在"阈作用剂量"，是否可以确定接触限值等理论问题的认识存在分歧，影响了对工业生产中某些必须使用的化学物的立法管理。中国现行的车间卫生标准中，尚缺"化学致癌物"或"可疑化学致癌物"这一栏目，而某些工业化国家则有所规定。例如，德国对于肯定有致癌作用，而在技术生产上仍在使用或在技术上无法完全避免接触的化学物质，制订了"技术参考浓度"(TRK)，作为对防护措施的要求和作业环境监测的依据。美国政府工业卫生学家会议(ACGIH)则把TLV名单上具有致癌性或可疑致癌性的化学物质，作为附录列出，并根据其致癌作用的肯定程度加以分类：①A/a类，指已推荐有TLV标准的人类致癌物或有关的工业生产过程，计有石棉等8项(包括6类化合物和两种生产过程)。②A/b类，指未推荐TLV标准的人类致癌物或与其有关的工业生产过程，计有4-氨基苯等4种化学物质。③AZ类，指对人类有致癌潜在危险的工业毒物，计有苯等40种化学物质。ACGIH对上述物质中已订有TLV标准者，建议"接触浓度绝不应超过TLV"；对尚未订有TLV者，则应严格防护，避免任何途径接触到用最敏感的检测方法可以检出的水平。以上"参考浓度"或"建议"避开了迄今仍然争论不休的问题，为实际工作提供了可资遵循或借鉴的"指南"，值得效法。

环境卫生标准

环境卫生标准(environmental health standard)是从保护环境和人体健康出发，对居住环境(大气、水、土壤等)中的各种有关因素，特别是有害因素，以法规形式规定的限量要求。

环境中的各种有害物质只有当超过一定浓度(有害作用阈)时，才会对机体产生有害作用，低于此浓度就不会对机体产生危害。这种"有害作用阈"的概念，是制订卫生标准的前提和依据。在制订环境卫生标准时，应确定有害物质对人体健康不致产生危害的数量界限，即最高容许浓度或剂量。它是根据有害物质和人群间的剂量—反应关系，考虑到敏感人群和接触时间而确定的一个对机体健康不致产生直接或间接有害影响的"相对安全"浓度。

环境中有害物质的最高容许浓度首先通过科学实验和调查研究确定"卫生基准"，再结合经济和技术的可行性，经国家主管部门批准并正式颁布为卫生标准。卫生标准具有立法意义，有关企业和生产单位，要按照标准要求，从设计、生产、使用等各个环节，对工业"三废"的排放和农药使用等采取必要措施，以保证卫生标准的实施。环境卫生标准又是进行规划设计、环境监测、环境质量评价以及采取各种环境治理措施和评价措施效果的依据，也是制订污染物排放标准的依据。

分类 中国现行环境卫生标准，按其性质与作用，可分为环境质量标准与污染物排放标准两类：

(1) 环境质量标准：是为了保护人体健康、保护环境和生态平衡而对一定范围环境中各种有害因素所规定的容许剂量和浓度。环境卫生标准就是一种环境质量标准，它又可分为：①大气卫生标准：即大气中有害物质最高容许浓度。根据有害物质作用的特点和接触时间，又可分为一次最高容许浓度与日平均最高容许浓度。②生活饮用水卫生标准：是保证适于直接饮用的一项水质标准，是开展饮水卫生工作和评价水质净化消毒效果的依据。③地面水水质卫生标准：是指地面水用水点(生活饮用水水源)水质的具体卫生要求，其目的在于保护居民健康，保证地面水的自净作用，以适于生活利用和工农业生产。④土壤卫生标准：即土壤中有害物质的最高容许浓度。其目的在于防止土壤中有害物质因迁移到邻近环境(大气、水、植物)而危害人体健康，并保证土壤自净作用的正常进行。此外，与环境卫生标准有关的水质标准有渔业水质标准和农田灌溉水质标准以及国家环境保护部门公布的大气、地面水、海水等的环境质量标准和城市环境噪声标准等。

(2) 污染物排放标准：是指各种烟囱或废水排出口容许排出污染物的浓度或数量。它根据污染物在环境中的稀释扩散以环境质量标准为依据，控制污染源的排放量，以保证达到环境质量标准。如工业"三废"排放标准、医院污水排放标准等。

上述这些标准之间既各有侧重，又互有联系，相辅相成，构成一个以控制环境污染，保护人民健康为目的的统一整体。

中国于1956年颁布了《工业企业设计暂行卫生标准》，其中规定了"大气中有害物质的最高容许浓度"(即大气卫生标准)和"地面水水质卫生要求"与"地面水中有害物质最高容许浓度"(即地面水水质卫生标准)；同年又颁布了《饮用水水质标准》。实行后，不断总结经验，进行了多次修订，内容更加充实，1979年颁布的《工业企业设计卫生标准》(TJ 36—79)中，大气中有害物质卫生标准由原来的19种增至34种；地面水中有害物质卫生标准由37种增至53种。1985年颁布的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—85)的水质标准项目已由15项增至35项。为了控制工业"三废"排放，于1973年颁布了《工业"三废"排放试行标准》(GBJ 4—73)，1979年又颁布了《农田灌溉水质标准》(TJ 24—79)和《渔业水质标准》(TJ 35—79)。1982年和1983年环境保护部门先后颁布了《大气环境质量标准》(GB 3095—82)、《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—82)、《海水水质标准》(GB 3097—82)和《地面水环境质量标准》(GB 3838—83)等。这些标准的颁布与执行，对开展大气、水源、土壤卫生防护和饮水卫生工作，保护人民健康、改善生活卫生条件、促进生产等方面，都起了积极的作用。

制订环境卫生标准是一项政策性和技术性很强的工作。要求过严会造成不必要的经济损失，过宽会使人民健康受到损害。随着科学技术与经济建设的发展，卫生标准应不断加以修订与补充。使其既能起到防止污染，保护人民健康的作用，又能适合中国经济技术条件，切实可行。

制订原则 中国制订环境卫生标准的原则是：

(1) 对人体健康无直接危害：大气和水质卫生标准应能防止传播疾病，保证居民不发生急、慢性中毒或潜在的远期危害(致癌、致畸、致突变作用)，并考虑到居民中老、弱、病、幼、孕妇等敏感人群及日夜呼吸空气和长期饮用等特点。

(2) 对主观感觉无不良影响：环境中有害物质的卫生标准应低于对眼、鼻、口腔、上呼吸道粘膜的感觉阈(色、嗅、味)和刺激作用阈，无异嗅、异味、异色及不良的刺激。

(3) 对人体健康无间接危害：不影响居民生活卫生条件，不降低大气透明度和到达地面的太阳紫外线强度，不妨碍植物生长和环境的自净作用。

制订方法 制订环境中有害物质卫生标准时，首先应收集该物质的理化性质及其在环境中存在的状态、浓度、稳定性、迁移性、降解产物和分析方法等资料，然后根据制订原则进行研究，以探求其对人群健康无直接或间接危害的容许限量。为此，常采用实验研究(包括对感官性状和一般卫生状况影响及环境毒理学研究等)和环境流行病学调查相结合的方法。

(1) 有害物质对大气和水感官性状影响的研究：在确保受试者安全的条件下，在实验室内直接以人进行试验，确定该物质在大气或水中的刺激作用阈、嗅觉阈、味觉阈或色觉阈浓度，选最低的阈值作为感官方面的限制浓度。

(2) 有害物质对地面水、土壤自净过程影响的研究：有机污染物在水、土壤中的自净，主要是在需氧微生物参与下进行的生物氧化过程。某些有害物质污染地面水或土壤后，可抑制这类微生物的生长繁殖，从而阻碍自净过程的正常进行，使地面水或土壤的卫生状况恶化。可通过实验，研究不同浓度的有害物质在模型地面水(或土壤)中对生化需氧及氨化、硝化过程的影响，得出不明显影响

上述过程的浓度，作为防止自净过程受抑制的限制浓度。

(3) 环境毒理学实验研究：通过动物实验，研究环境中有害物质对动物的毒作用特征及剂量—反应关系，以最大无作用浓度作为制订该物质在环境中最高容许浓度的毒理学依据。

由于动物与人种属不同，对有害物质的感受性也不同，因此由动物实验得出的最大无作用浓度直接外推到人时要慎重。应根据有害物质的特性将最大无作用浓度缩小一定的倍数而得出其毒作用方面的限制浓度，这个缩小的倍数称为安全系数。

环境毒理学实验一般包括急性毒性、亚急性毒性和慢性毒性试验，对疑有特殊毒作用的物质，还需进行致畸、致突变、致癌或致敏试验。

急性毒性试验：一次经口或短时间吸入染毒的试验，其主要目的是确定受试物质的毒性大小(以LD_{50}或LC_{50}表示)和特征，并为亚急性或慢性实验设计提供资料。

亚急性毒性试验：在较短的时期(一般1—3个月)内多次重复染毒的试验，目的是确定受试物是否具有蓄积作用或耐受性，进一步观察其对机体损害的主要器官和系统，为选择敏感指标及慢性毒性试验提供资料。

慢性毒性试验：在较长时期(一般为6—12个月)内以低剂量或浓度反覆染毒的试验，目的在于确定受试物的慢性毒作用阈剂量(或浓度)和最大无作用剂量(或浓度)，并以此为依据，确定该物质毒作用的限制浓度。

根据上述几方面(感官性状、自净作用、毒性作用)的实验研究结果，分析比较各个限制浓度，选出最低的一个数据，以制订某种有害物质的基准值。

特殊毒作用试验的目的在于确定受试物是否具有致畸、致突变、致癌与致敏作用，并探索其相应的阈剂量与阈下剂量(或浓度)，作为制订环境基准值的依据。

过敏体质的人，接触某些环境污染物可引起过敏性疾患。因此一些新化学物质在大规模使用前，应确定其是否为潜在的致敏物及其致敏强度，为制订卫生标准提供实验资料。

(4) 环境流行病学调查方法：制订或修订环境中有害物质最高容许浓度时，需进行环境流行病学调查，以研究环境污染物与居民的健康状况，生长发育，某些疾病的发病率、患病率以及某些生理、生化反应指标的剂量—反应关系，为制订或修订环境卫生标准提供直接依据。环境中稳定而具有特异作用的物质，现场调查可获得较满意的剂量—反应关系，例如饮水中无机氟的卫生标准就是通过环境流行病学调查制订的。

应用　中国环境卫生标准在实际应用时应注意：①同一种有害物质可通过空气、水、食物等不同途径侵入人体而使其摄入总量增加。因此，有必要规定每日容许摄入总量，以保护人群健康。②中国现行卫生标准对数种有害物质同时污染大气或地面水时，如何进行评价尚无明文规定。据一些研究证明，环境中各种有害物质混合污染时，其有害作用有相加、拮抗和协同三种情况，而以相加作用较为常见。因此，如属于同一限制指标(如感官性状或毒性作用)的数种有害物质同时污染环境时，其卫生标准的推算可参见“劳动卫生标准”条。

大气卫生标准

大气卫生标准(health standard for ambient air)是指大气中有害物质的最高容许浓度，是评价大气污染状况及其对健康影响的科学依据。大气中有害物质最高容许浓度的含义是在此浓度长期作用下，不刺激眼睛、口腔、上呼吸道粘膜，不引起人体的急、慢性中毒和致癌、致畸、致突变的潜在危害；对人体健康不产生不利的间接影响，如大气透明度降低，照度和紫外线减弱或雾天增加等。制定卫生标准应注意保护敏感人群(老、弱、病、幼)的健康。

大气卫生标准可分为一次最高容许浓度(指任何短时间如10—15 min，一次采样测定结果的最高容许值)和日平均最高容许浓度(指任何一天中多次采样测定结果平均值的最高容许值)。若污染物对人体危害以急性刺激作用或嗅阈为主(如氨、丙酮、丙烯醛等)，可只订一次最高容许浓度，若污染物以慢性或蓄积性作用为主(如铅、砷、汞等)可只制订日平均最高容许浓度；若污染物同时具有急性和慢性作用，则同时制订一次和日平均最高容许浓度

制订大气卫生标准的研究方法有实验研究和现场流行病学调查两种：

(1) 实验研究：分急性实验和慢性实验。急性实验通常对大气中有害物质进行嗅觉阈或刺激阈测定，以得出最低可嗅和最高不可嗅浓度，作为制订一次最高容许浓度的依据。

慢性动物实验是制订大气日平均最高容许浓度的重要方法。动物吸入中毒在动式中毒柜(室)内进行，中毒柜内的气体浓度要求相对稳定，分布均匀，每日必需进行数次采样分析，并要防止噪音和外界其他强刺激(如光)对动物的影响。实验可分高、中、低浓度组和对照组。每天24 h连续染毒共100 d。一般选用幼年大白鼠，每组10只，也可选用其他动物。观察指标包括一般观察和血液学、生理、生化指标测定及病理组织学检查。应根据毒物的毒作用特点，选择特异和敏感指标。以上指标在中毒前、中毒期、恢复初期和恢复期末均要进行测定分析，最后将各中毒组和对照组实测资料进行比较，统计分析，得出结论。

(2) 现场流行病学调查：包括：①污染源及有害物质浓度的调查。对可能产生该有害物质的污染源进行调查，并掌握其在大气中的浓度。测定大气浓度时要注意地形，附近应无高大建筑物及树木，无局部污染源以及采样

点高度。测定方法按全国统一监测检验方法进行。采样时间目前多选冬、夏两季，每次连续1周。②对居民健康影响的研究：选择受工业排出物严重污染的住宅区和不受污染的清洁对照区，但两者其他条件应基本一致，即污染区和对照区的居民在性别、年龄、居住年限、作业种类和居住生活条件等方面应大致相同。居住年限不少于5年。根据工厂排出物的毒性及可能的远期危害作用，确定检查项目和化验方法、分析结果，以得出正确的结论。③大气污染对居民生活条件和外界环境影响的调查：确定地区及被检对象后，进行现场询问和填写调查表，最后进行资料整理及分析。

根据有害物质的理化特性参数、化学结构中化学键的生物学活性以及各种毒性参数（LC_{50}、LD_{50}、嗅阈值等）快速推算其大气最高容许浓度，也是值得重视的研究方向。

中国于1956年颁布的《工业企业设计暂行卫生标准》包括了居住区大气有害物质卫生标准的内容，经过数次修订于1979年正式颁布执行。其中规定了34种居住区大气中有害物质的最高容许浓度（附录一）。目前，中国的大气卫生标准是按各个有害物质的单独作用制订的。实际上，居住区大气经常是有多种有害物同时存在，表现为相加、拮抗或相乘作用，今后应该加强对两种或两种以上物质（如二氧化硫和硫酸雾、二氧化硫和悬浮颗粒物、二氧化氮和臭氧、甲醛等）联合作用条件下各有害物质最高容许浓度的研究。

大气环境质量标准

大气环境质量标准（ambient air quality standard）是总体环境质量标准的重要组成部分。其内涵指人类生存及生活于其中的户外大气环境，不包括室内空气环境及劳动场所、工作场所空气环境；也不包括无人类生活地区的大气环境。简称大气质量标准（以下简称《标准》）。

制订大气质量标准的重要依据之一是"大气质量基准"。

1982年中国公布了《大气环境质量标准》，代号为GB 3095—82。该标准共分为三级。

一级标准：为保护自然生态和人群健康，在长期接触的情况下，不发生有任何危害影响的空气质量要求。它适用于国家规定的自然保护区、风景游览区、名胜古迹和疗养地等。

二级标准：为保护人群健康和城市、乡村的动、植物，在长期和短期接触情况下，不发生伤害的空气质量要求。它适用于城市规划中确定的居民区、商业、交通、居住混合区、文化区和广大农村等。

三级标准：为保护人群不发生急、慢性中毒和城市一般动、植物（敏感者除外）正常生长的空气质量要求。它适用于大气污染比较严重的城镇和工业区以及城市交通枢纽、干线等。

中国1982年颁布的大气质量标准如下表所示。

大气污染物三级标准浓度限值表

污染物名称	浓度限值（单位：mg/m^3）			
	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准
总悬浮微粒	日平均	0.15	0.30	0.50
	任何一次	0.30	1.00	1.50
飘尘	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
二氧化硫	年日平均	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
氮氧化物	日平均	0.05	0.10	0.15
	任何一次	0.10	0.15	0.30
一氧化碳	日平均	4.00	4.00	6.00
	任何一次	10.00	10.00	20.00
光化学氧化物（O_3）	小时平均	0.12	0.16	0.20

上表所规定的总悬浮微粒，系指直径<100 μm以下微粒，监测方法采用滤膜—重量法；飘尘系指直径<10 μm以下微粒，监测方法采用石英压电晶体法。

地面水水质卫生标准

地面水水质卫生标准（health standard for surface water quality）是对地面水（江、河、湖泊、水库等淡水域）水质提出的卫生要求和水中有害物质的容许限量规定。

1956年中国《工业企业设计暂行卫生标准》（标准101—56）中，已制定污水排入公共水区的卫生规定，1962年和1973年对此作了几次修订和补充，1979年颁布《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—79）。1983年经城乡建设环境保护部批准，发布了《地面水环境质量标准》（GB 3838—83），并加以实施。

地面水水质卫生标准是工业废水及生活污水排入地面水体后，下游最近用水点（城市集中式给水取水点上游1 000 m处，或农村生活饮用水集中取水点）的水质要求，它不是废水排放标准，和生活饮用水水质标准也有所不同。

中国制订地面水水质卫生标准的原则是：①防止经地面水传播疾病。②保证地面水感官性状良好。③保证地面水自净过程能正常进行。④防止经地面水引起急性或慢性中毒以及致畸、致癌及致突变危害。

为防止地面水质感官性状恶化和病原体随污水排入，标准中作了一般性文字限定。对于地面水的pH值、生化需氧量、溶解氧的规定是根据对中国主要水系、河道多年调查所获得的正常波动范围（包括污染前或自净后各

项指标的数据）制订的。目的是保护地面水自净过程正常进行以及鱼类生存的需要。

地面水中有害物质最高容许浓度是根据下述四方面实验研究的结果：①有害物质在水体中的稳定性。②有害物质对水感官性状的影响。③有害物质对水体自净过程的影响。④卫生毒理学研究并结合已有的环境流行病学调查资料制订。取上述各项研究结果所获得的最低值，作为确定该物质在地面水中容许浓度的限量值。

地面水中以影响感官性状作为限制指标的有害物质共 17 种。对水体感官性状的影响，包括色、嗅、味。

地面水中以影响自净过程为限制指标的有害物质有 8 种。对自净过程影响是以该有害物质在水体中明显影响生化耗氧量过程，硝化过程以及改变水体pH值为依据。某些有害物质能大量增加生化需氧量，消耗其中的溶解氧，则其容许浓度按标准中生化耗氧量及溶解氧的规定计算。

地面水中以卫生毒理作为限制指标的有害物质有 28 种。通常以大鼠或其他哺乳动物为实验对象。以慢性毒性实验所获得的最大无作用剂量，推算出该物质在水中对人体的最大无作用浓度（以人体重 50 kg，每日摄水 2.5 L计），作为该物质在地面水中最高容许浓度限制的依据。

环境流行病学调查是检验和修订标准的重要方法，可为肯定或修订标准提供直接论据。

“标准”是指用水点任何一次水样检验结果的具体要求，是卫生防疫和环境保护部门对地面水进行经常性监测和评价的重要依据。

在执行标准中应注意：①为了保护生活饮用水源，在集中式给水取水点上游1 000m和下游100m范围内，不得排入工业废水和生活污水。②应结合地区废水排放标准，评价废水排放。③由于地面水水量的季节性变动和废水排放量往往不恒定，对地面水的监测，应以枯水期，废水排放量最大时为重点。④在监测评价灌溉用水水体及渔业用水水体时，还应考虑《农田灌溉水质标准》和《渔业水质标准》。⑤地面水水体中放射性污染物的最高容许浓度，应按《放射防护规定》的要求，加以控制。⑥标准尚未规定的有害物质，可组织科研学术部门研究制订。⑦尽可能综合监测的结果，结合地面水对居民健康、生活卫生条件的影响，作出地面水水体卫生的总评价。

中国现行的地面水水质卫生标准是指用水点的水质要求，不是对地面水任何断面的要求，不能混用。以往研究尚缺致畸、致突变和致癌实验，也未有数种有害物质同时存在时的联合作用资料，这些均待进一步研究。

地面水环境质量标准

地面水环境质量标准（environmental quality standard for surface water）是根据国家环境政策目标，从保障人体健康，维护生态平衡，保护水资源，控制水污染，改善地面水质量出发，对地面水规定的环境质量要求。它适用于全国江河、湖泊、水库等水域。本标准于1983年公布施行。

地面水环境质量标准

项目		分级标准值		
		第一级	第二级	第三级
pH值		6.5～8.5		
水温		地面水受纳废热后，水域混合区边缘的水温允许增高 3℃；夏季，水域水温最高不得超过 35℃		
肉眼可见物		水中无明显的泡沫、油膜、杂物等		
色度（铂钴法），度	≤	10	15	25
臭		无异臭	臭强度一级	臭强度二级
溶解氧，饱和率	≥	90%	≥ 6 mg/L	≥ 4 mg/L
生化需氧量（5 d 20℃），mg/L	≤	1	3	5
化学需氧量（高锰酸钾法），mg/L	≤	2	4	6
挥发酚类，mg/L	≤	0.001	0.005	0.01
氰化物，mg/L	≤	0.01	0.05	0.1
砷，mg/L	≤	0.01	0.04	0.08
总汞，mg/L	≤	0.000 1	0.000 5	0.001
镉，mg/L	≤	0.001	0.005	0.01
六价铬，mg/L	≤	0.01	0.02	0.05
铅，mg/L	≤	0.01	0.05	0.1
铜，mg/L	≤	0.005	0.01	0.03
石油类，mg/L	≤	0.05	0.3	0.5
大肠菌群，个/L	≤	500	10 000	50 000
总磷*，mg/L	≤	0.1	0.1	0.1
总氮*，mg/L	≤	1.0	1.0	1.0

* 为参考标准，专对湖泊水库等封闭性水域的水质要求，以防止水质富营养化

地面水环境质量标准分三级：

第一级：水质良好，相当于未受人类活动污染影响的河流源头水质，宜作各种用途的良好水源。

第二级：水质较好，大体相当于现行《生活饮用水卫生标准》（TJ 20—76）中水源水质和《渔业水质标准》（TJ 35—79）的水质。

第三级：水质尚可，是依据水质基准资料，为防止地面水污染而规定的最低水质要求。

地面水环境质量标准所列项目如不能满足当地控制主要污染物的需要，地方人民政府环境保护主管部门可补充必要的项目，作为地方标准，报省级人民政府批准后实行。

生活饮用水卫生标准

生活饮用水卫生标准（health standard for domestic drinking water）是为保证水质安全适于饮用，对饮

用水中各种有害因素(包括物理、化学和微生物学等因素)容许限量所作的规定，是供水部门产品质量标准，也是卫生部门开展饮水卫生监督，评价饮用水水质的依据。

制订生活饮用水水质标准的原则：①流行病学上安全。②水中所含化学物质对机体无害。③水的感官性状良好。在确定标准的项目和其限量时，应考虑水中较普遍存在且容易引起危害又便于常规分析的项目。尽量采用综合性指标(如色、嗅、混浊度等)和特异性指标(如细菌总数、大肠菌群数等)，还应考虑有害物质同时在空气、食物中的分布及其可能摄入体内的含量。

中国现行标准经过1956及1959年的多次修订，于1976年颁发了《生活饮用水卫生标准(TJ 20—76)》。于1984年又进行了修订，增加了放射性指标，并提出一些项目的试行标准。1985年新颁布的标准(GB 5749—85)见附录三。

海水水质标准

海水水质标准(marine water quality standard)是为防止和控制海水水质污染，保障人体健康，保护海洋生物资源，保持生态平衡，保证海洋的合理开发利用而制订的海水水质要求。本标准系由国家海洋局起草，经批准后，由国务院环境保护领导小组于1982年发布，适用于中华人民共和国管辖的一切海域的海水水质管理。

按照海水的用途，海水水质要求分为三类：

第一类适用于保护海洋生物资源和人类的安全利用(包括盐场、食品加工、海水淡化、渔业和水产养殖等用

表1 海水水质要求

项　目	第一类	第二类	第三类
悬浮物质	人为造成增加的量不得超过10 mg/L	人为造成增加的量不得超过50 mg/L	人为造成增加的量不得超过150 mg/L
色、嗅、味	海水及海产品无异色、异臭、异味		海水无异色、异臭、异味
漂浮物质	水面不得出现油膜、浮沫和其他杂质		水面不得出现明显的油膜、浮沫和其他杂质
pH值	7.5—8.4	7.3—8.8	6.5—9.0
化学耗氧量	<3 mg/L	<4 mg/L	<5 mg/L
溶解氧	任何时候不低于5 mg/L	任何时候不低于4 mg/L	任何时候不低于3 mg/L
水　温	不超过当地、当时水温4℃		
大肠菌群	不超过10 000个/L(供人生食的贝类养殖水质不超过700个/L)		
病原体	含有病原体的工业废水、生活污水须经过严格消毒处理，消灭病原体后，方可排放		
底　质	砂石等表面的淤积物不得妨碍种苗的附着生长		
有害物质	溶出的成分应保证海水水质符合表1、表2的要求，应符合表2规定的最高容许浓度要求		

表2 海水中有害物质最高容许浓度

序号	项目名称	最高容许浓度		
		第一类	第二类	第三类
1	汞	0.0005	0.0010	0.0010
2	镉	0.005	0.010	0.010
3	铅	0.05	0.10	0.10
4	总铬	0.10	0.50	0.50
5	砷	0.05	0.10	0.10
6	铜	0.01	0.10	0.10
7	锌	0.10	1.00	1.00
8	硒	0.01	0.02	0.03
9	油类	0.05	0.10	0.50
10	氰化物	0.02	0.10	0.50
11	硫化物		按溶解氧计	
12	挥发性酚	0.005	0.010	0.050
13	有机氯农药	0.001	0.020	0.040
14	无机氮	0.10	0.20	0.30
15	无机磷	0.015	0.030	0.045

注：无机氮和无机磷为防止暖流内湾海域产生"赤潮"的限制值；海水中放射性物质应符合《放射防护规定》(GBJ 8—74)中露天水源的限制浓度

水)，以及海上自然保护区。

第二类适用于海水浴场及风景游览区。

第三类适用于一般工业用水、港口水和海洋开发作业区等。

沿海各省、自治区、直辖市环境保护机构，可按照海洋环境保护的需要，规定保护的水域范围及其水质类型。

各类海水水质标准列于表1和表2。

表中硫化物的最高容许浓度以使第一类、第二类、第三类海水中的溶解氧含量分别不致低于5 mg/L、4 mg/L、3 mg/L为准。

工业废水、生活污水和其他有害废弃物，禁止直接排入规定的风景游览区、海水浴区、自然保护区和水产养殖场水域。在其他海域排放污染物时必须符合国家和地方规定的排放标准。

在沿海和海上选择排污地点和确定排放条件时，应考虑所规定保护的海域位置的特点、地形、水文条件和盛行风向及其他自然条件。

噪声卫生标准

噪声卫生标准(health standard for noise)是为了控制噪声对环境的污染，保护广大居民身心健康而对城市不同区域及工厂企业所规定的噪声限制值。

为控制城市区域环境噪声危害而制订的城市区域环境噪声标准(由国务院环境保护领导小组于1982年发布)见附录三，标准中"特殊住宅区"是指特别需要安静的住宅区。"居民、文教区"是指纯居民和文教、机关区。"一类混合区"是指一般商业与居民混合区。"二类混合区"是

指工业、商业、少量交通与居民混合区。"商业中心区"是指商业集中的繁华地区。"工业集中区"是指在一个城市或区域内规划明确确定的工业区。"交通干线道路两侧"是指车流量每小时 100 辆以上的道路两侧。

本标准"适用区域"的地带范围，由地方人民政府划定。

夜间频繁突发出现的噪声，其峰值不准超过标准值 10 dB(A)(如风机、排气噪声)。夜间偶然出现突发的噪声，其峰值不准超过标准值 15 dB(A)(如短促鸣笛声)。

白昼和夜间的时间由当地按习惯和季节变化划定。

标准值为户外允许噪声级。测量点选在受影响者的居住或工作建筑物外 1 m，传声器置于高出地面 1.2 m 以上的噪声影响敏感处。

必须在室内测量时，室内标准值低于所在区域 10 dB(A)。

等效声级是按时间平均的方法，先测出某一段时间内随时间起伏的各A声级的平均能量，再用一在相同时间内声能与之相等的稳态连续A声级加以表示该时间内噪声的声级。

1978 年中国卫生部和国家劳动总局所颁布的工业企业噪声卫生标准，对于新建、扩建和改建的工业企业，规定工人操作地点的稳态连续噪声级不得大于 85 dB(A)；对于现有工业企业，考虑到技术条件和现实可能性，规定不得大于 90 dB(A)，逐步向 85 dB(A)过渡。当工人每个工作日在允许噪声级的环境中工作不到 8 h，噪声标准可相应放宽；反之，当工作地点的噪声级超过允许声级标准时，工作时间应相应减少(见下表)。

工作地点的噪声级与工作时间的关系

每工作日接触噪声时间(h)	8	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
新建企业容许噪声级dB(A)	85	88	91	94	97	100	103	106
现有企业容许噪声级dB(A)	90	93	96	99	102	105	108	111

工业"三废"排放标准

工业"三废"排放标准(emission and disposal standard for liquid, gaseous and solid industrial wastes)是国家或地区对排放工业废水、废气、废渣(简称"三废")，规定的原则要求以及在综合考虑保护环境、保障人民健康和技术经济条件前提下容许排放的"三废"数量或浓度。《工业"三废"排放试行标准》(GBJ 4—74)由中华人民共和国、国家计划委员会、国家基本建设委员会、卫生部于1973年11月17日颁发，1974年1月1日起试行。

本标准共分 4 章 19 条。第一章"总则"首先明确了制订本标准的目的，是为了贯彻"预防为主"的卫生工作原则和"全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民"的环境保护方针，防止工业废水、废气、废渣对大气、水源和土壤的污染，保障人民身体健康，促进经济发展。"总则"强调各工矿企业应尽量采用新工艺和新技术，使"三废"少产生或不产生，并开展综合利用，尽量减少"三废"排放数量。对于目前还不能利用的"废水"和"废气"，规定需进行净化处理，达到排放标准时才能排放。工业"废渣"的堆放，也规定必须妥善处理。本标准是全国性的试行标准，由于工业"三废"的排放标准，与当地的水文、地质和气象等自然条件及以工业污染源分布和环境污染现状等密切相关，故本标准明确要求各地环境保护部门应组织有关单位，制定地区性工业"三废"排放标准。凡未制定地方性排放标准的地区(或本标准所列项目地方标准未列入者)，应执行本标准。

第二章"废气"的排放标准，对"废气"的 13 项指标规定了通过排气筒向大气中排放的容许量(kg/h)或容许浓度(mg/m^3)。对铅、汞、铍等毒性大或易于蓄积的有害物质，则规定了容许排放的浓度。对硫酸雾和生产性粉尘等当前能达到较高处理水平的有害物质，结合国内的处理技术水平制定了排放浓度的标准。对于其他各项有害物质和电站的烟尘则以符合大气卫生标准为前提，根据对大气扩散理论和模式的研究，用模式加以推算，制定了不同排放高度的容许排放量。对"废气"13 类有害物质制定了排放标准。

第三章"废水"的排放，根据水源的不同用途提出不同的要求。如对饮用水源和风景游览区的水质，本标准规定严禁污染；对渔业和农业用水，规定应保证动植物的生长条件，并使动植物体内有害物质残毒不得超过食用标准；对工业水源应保证生产用水的要求。本标准对工业"废水"中有害物质最高容许排放浓度，可以分为两类考虑。第一类包括能在环境或动植物体内蓄积，对人体健康产生长远影响的五种有害物质，包括汞、镉、砷、铅及它们的无机化合物和六价铬化合物。含此类有害物质的"废水"，在车间或车间处理设备排出口，应符合标准规定，但不得用稀释方法代替必要的处理。工业"废水"中各项最高容许排放浓度是考虑其对人体健康和动植物的毒性，按照它们在地面水中的最高容许浓度放宽一定倍数制定的。

"废水"排放标准中第二类有害物质是指长远影响小于第一类的有害物质，在工厂排出口的水质应符合标准规定。第二类有害物质包括对人体和鱼类有毒害，或对地面水能产生不良感官影响和可能妨碍水体自净的有害物质，共制定了 14 项指标。各项有害物质的最高容许排放浓度，都是按照它们在地面水中的最高容许浓度放宽若干倍数制定的。

第三章还对工业"废水"不得排入城镇集中式生活饮用水水源的卫生防护地带、风景游览区和水产养殖场等作了规定。

第四章对工业"废渣"的处置和堆放作了原则性规定，指出工业"废渣"是一种自然资源，应设法利用以开辟

新的原料来源，减少对环境的污染。凡已有综合利用经验的"废渣"，必须纳入工艺设计、基本建设与产品计划，不得任意丢弃。"废渣"堆放要防止对大气、水源和土壤的污染，并不得在卫生防护区内堆放"废渣"。对剧毒"废渣"必须专设具有防水、防渗措施的存放场所，禁止埋入地下与排入地面水体。

本标准颁发和试行十多年来，全国各地已积累不少经验。目前正在修订更加符合中国国情和适应经济建设要求的排放标准，不少地区已经或正在着手制定切合当地实际情况的地区性排放标准。

医院污水排放标准

医院污水排放标准(discharge standard for hospital sewage)是指医院污水中有害成分容许排放量。中国于1983年6月1日公布试行《医院污水排放标准》(GBJ 48—83)。该标准规定凡新建、扩建或改建医院，必须把污水、污泥及有传染性的粪便处理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。各类医院应根据其污水的危害程度，采取措施，达到排放标准的规定。

中国医院污水排放标准规定，医院污水经消毒处理后应达到下述要求：①连续3次各取样500 ml进行检验，不得检出肠道病原菌和结核杆菌。②总大肠菌群数每升不得大于500个。当采用氯化消毒处理时，接触时间和接触池出水中的余氯含量，应符合表1规定。

表1 接触时间与总余氯量

医院污水类别	接触时间(h)	总余氯量(mg/L)
综合医院污水及含肠道病原菌污水	不少于1	4—5
含结核杆菌污水	不少于1.5	6—8

污水处理构筑物中的污泥，必须经过无害化处理。污泥排放时应达到下列标准：蛔虫卵死亡率大于95%，粪大肠菌值不小于10^{-2}；每10 g污泥中不得检出肠道病原菌和结核杆菌。当污泥采用高温堆肥法进行无害化处理时，堆肥的温度必须大于50℃，并应持续5天以上。

医院排放污水的理化指标及其有关毒物的含量标准，按国家现行《工业"三废"排放试行标准》及《放射防护规定》的有关要求执行。

制定表1中标准的依据是：①据国内外资料，当消毒污水中大肠菌群含量减少至1 000个/L时，肠道病原菌即未曾检出；又国内对传染病院含肠道病原菌污水现场调查，证明当大肠菌群数小于1 000个/L时，该污水中亦不再检出肠道病原菌。污水量少，一般不易检出病菌，因此标准规定检验污水量需每次500 ml连续3次方可。②根据国外资料，用$H_{37}R_v$结核杆菌接种入结核病院污水中，当污水的BOD_5为11—63 mg/L、耗氧量为27 mg/L、氯化消毒加氯量为10 mg/L、接触时间为1—2 h，就可使结核杆菌灭活。国内研究，用鸟型、$H_{37}R_v$、$H_{37}R_a$及牛型结核杆菌作实验，当结核病院污水耗氧量为19.0 mg/L、pH值7.1、水温25℃时，结核杆菌的灭活条件如表2所示。

表2 结核杆菌灭活条件

	加氯量(mg/L)	接触时间(min)	余氯(化合性)(mg/L)
鸟型	20	60	12.2
$H_{37}R_v$	10	30—60	2—5
$H_{37}R_a$	10	30—60	2—5
牛型	10	30—60	2—5

据国内现场调查，结核病院污水的BOD_5一般在106 mg/L，经过一级处理后可达到60 mg/L。因此，标准规定适当。③污水处理所产生的污泥，可含肠道病原菌和结核杆菌及蛔虫卵。标准规定采用高温堆肥时，要求堆温大于50℃，持续5 d以上，并提出检验肠道病原菌和结核菌所需的堆肥样本量为10 g。据国外资料，病原菌加热致死温度与时间的关系如表3所示。

表3 病原菌致死温度及时间

	温度(℃)	致死时间(min)
伤寒沙门菌	56	小于60
	60	15—20
志贺菌	55	小于60
人型结核杆菌	67	立即死亡

据国内高温堆肥实验，堆温可达到55℃以上，持续时间5—7 d，在肥堆内(上、中、下代表性部位)埋置的蛔虫卵、卡介苗、乙型副伤寒杆菌样品，经检查全部为阴性，而分枝杆菌在16支管中只有1支管为阳性。

上述污水排放标准中，未提出对病毒的灭活要求，这是因为一些肠道病毒和肝炎病毒对氯的抵抗力较强，现在尚缺乏加氯杀灭医院污水中病毒的精确实验资料，需进一步深入研究。

土壤卫生标准

土壤卫生标准(health standard of soil)是土壤中有害物质的容许限量。规定此标准的目的是为了控制和防止化学污染物质在土壤中长期累积，以防止因污染对动、植物和居民健康造成危害。

土壤中有害物质容许浓度的制定原则与大气及地面水卫生标准的制定原则基本相同，必须不影响人体健康

和土壤自净作用。土壤中的有害污染物，要通过空气、水和食物等中间媒介作用于人体。因此，土壤卫生标准是在已有的空气、水、食物卫生标准的基础上制定的。

确定土壤中有害物质容许浓度的方法为现场调查和实验室研究。

(1) 现场调查：包括污染物在土壤中的本底和污染现状；作物的吸收特点及其对居民的影响。通过调查，可以反映出污染物、土壤污染、植物吸收之间的相互复杂关系及对人体可能影响的程度。可根据环境中现有污染物的大量现场调查，提出土壤中该物质容许浓度的具体要求。例如，日本土壤中镉的容许浓度 1.0 ppm，就是在大量现场调查结合"痛痛病"的发病情况而提出的。

(2) 实验研究：包括研究污染物在土壤中的降解期与蓄积性；研究有害物质从土壤进入空气、地下水或地面水以及植物体的迁移情况；确定植物对土壤中有害物质的吸收；并根据土壤中微生物的数量和亚硝酸盐、硝酸盐含量，确定有害物质对土壤自净作用的影响等。此外，如某种有害物质在大气、水或食品中的最高容许浓度标准尚未制定，则应先进行该项研究工作。

制订土壤中有害物质卫生标准，应将现场调查和实验研究结合起来，并在实践中进行验证。土壤中有害物质容许浓度标准的研究主要是本世纪 70 年代后进行的。目前国外有些国家已提出了一些土壤环境标准。英美等国规定了在不同情况下每公顷土地上有害物质的容许限量。苏联正式制订的土壤中农药容许浓度标准有：DDT (1.0 ppm)、六六六(1.0 ppm)、丙体六六六(1.0 ppm)、聚氯莰烯(0.5 ppm)、砷(12—15 ppm)、敌百虫(2 ppm)、西维因(0.05 ppm)、毒莠定(0.05 ppm)、扑草净(0.5 ppm)、马拉硫磷(2 ppm)。日本规定的土壤卫生标准有：铜(125 ppm)、砷(15 ppm)、镉(1.0 ppm)。

农田灌溉水质标准

农田灌溉水质标准(standard for irrigation water quality)是为了促进农业生产发展，防止污染危害，保障人民身体健康而制定的农田灌溉用水的水质要求。

本标准制定的原则是：长期利用污水或受到污染的地面水灌溉农田时，不影响农作物的生长，不降低农产品的产量；农产品的可食部分中有害物质的含量不超过食品卫生标准中有关规定；不污染地下水源，即灌溉地区地下水中有害物质的含量不超过生活饮用水水源水质标准中有关规定；不降低土壤肥力，不破坏土壤结构，不引起土壤次生盐渍化；不影响从事田间作业人员的健康。本标准是以农作物田间灌溉和盆栽灌溉试验研究资料和中国重点污灌区现场调查资料为主要依据而制定的。

为保证利用城市污水灌溉农田符合卫生要求，中国于 1961 年由建筑工程部、卫生部、农业部联合颁布了《污水灌溉农田卫生管理试行办法》，对灌田用水的水质提出了原则性的要求。以后又经过几次修改和补充，在此基础上，由农业部组织有关单位共同编制，经国务院环境保护领导小组、国家基本建设委员会、国家经济委员会、农业部联合批准颁布了《农田灌溉水质标准》(TJ 24—79)，自 1979 年 12 月 1 日起试行(见表)。

农田灌溉水质标准

编号	项目	标准
1	水温	不超过 35℃
2	pH值	5.5—8.5
3	全盐量	非盐碱土农田不超过 1500 mg/L
4	氯化物(按Cl计)	非盐碱土农田不超过 800 mg/L
5	硫化物(按S计)	不超过 1 mg/L
6	汞及其化合物(按Hg计)	不超过 0.001 mg/L
7	镉及其化合物(按Cd计)	不超过 0.005 mg/L
8	砷及其化合物(按As计)	不超过 0.05 mg/L
9	六价铬化合物(按Cr^{+6}计)	不超过 0.1 mg/L
10	铅及其化合物(按Pb计)	不超过 0.1 mg/L
11	铜及其化合物(按Cu计)	不超过 1.0 mg/L
12	锌及其化合物(按Zn计)	不超过 3 mg/L
13	硒及其化合物(按Se计)	不超过 0.01 mg/L
14	氟化物(按F计)	不超过 3 mg/L
15	氰化物(按游离氰根计)	不超过 0.5 mg/L
16	石油类	不超过 10 mg/L
17	挥发性酚	不超过 1 mg/L
18	苯	不超过 2.5 mg/L
19	三氯乙醛	不超过 0.5 mg/L
20	丙烯醛	不超过 0.5 mg/L

农田灌溉水质标准共有 20 个项目，其中以不影响农作物生长为制定依据者有水温、pH值、砷及其化合物、六价铬化合物、铜及其化合物、氟化物、三氯乙醛等 7 项。以不影响农产品可食部分中有害物质含量为制定依据者有汞及其化合物、镉及其化合物、砷及其化合物、铅及其化合物、硒及其化合物等 5 项。以防止污染地下水为制定依据者有硫化物、锌及其化合物、氰化物、挥发性酚、苯等 5 项。以防止土壤污染为制定依据者有pH值、全盐量、氯化物等 3 项。以影响田间作业人员感官性状为制定依据者有挥发性酚、丙烯醛等 2 项。鉴于含镉污水长期灌溉农田后，镉在土壤和农产品中易于累积，为防止镉对人体健康的危害，对灌溉用水中镉含量比地面水中镉的标准提出了更严的要求。各项标准也考虑了防止灌溉对生活饮用水的不良影响。

农田灌溉水质标准除适用于以工业废水和城市污水作农田灌溉用水外，还适用于以地面水及地下水作农田灌溉用水。

放射卫生标准

放射卫生标准是为了保障电离辐射对人体健康影响，根据其生物学效应而制订的限制值。

现行的放射卫生标准是1985年12月由中央卫生部批准的《放射卫生防护基本标准》(basic health standard for radiological protection)(GB 4792—84)。本标准的宗旨是保障放射工作人员、公众及其后代的健康与安全，提高放射防护措施的效益，促进中国放射工作的发展。本标准的制定是在中国1974年颁布的《放射防护规定》(GBJ 8—74)，国际放射防护委员会(ICRP)第26号出版物所推荐的基本原则，以及国内外最新研究成果和实践经验的基础上编制而成的。

本标准对过去的标准作了不少修改，并提出某些新概念。首先是放射防护工作中常用的一些辐射量单位。以往习惯上都以专用单位如居里(Ci)、拉德(rad)、雷姆(rem)等来表示，现改为国际单位制如贝可勒尔(Bq)、戈瑞(Gy)、希沃特(Sv)等来表示。国际单位与专用单位含义不同，不得混淆。国际单位的优点在于一个量的定义确定后，即可直接写出它的单位，无需记住各种各样的换算系数。

电离辐射对人体的有害效应可分为躯体效应和遗传效应两类。躯体效应是表现在受照射者本体效应，如癌肿、白内障、放射病等；遗传效应表现在受照射者后代的效应，如畸形、智力发育不全等。根据电离辐射对人体有害作用产生的机率来分，又可分为随机效应和非随机效应两类。随机效应是指电离辐射对机体作用诱发的某些疾病(如癌肿、白血病等)的发生机率(而非严重程度)与照射剂量的大小有关的效应，这种效应被认为是不存在剂量的阈值。非随机效应是指电离辐射对机体作用的严重程度随照射剂量而变化的生物效应，这种效应可能存在着剂量的阈值，如眼晶体的白内障、皮肤的良性损伤等。制定本标准的中心思想，是对电离辐射源的使用必须给予必要的控制，防止发生对健康有害的非随机效应，并将随机性损害效应的发生率降低到被认为可以接受的水平。

为了限制随机效应的发生率，本标准采用了电离辐射危险度和有效剂量当量这一概念。辐射危险度是指电离辐射对健康危害给予定量表示的一种量度，即单位剂量当量所致随机有害效应的发生率。本标准引用了国际放射防护委员会第26号出版物给出的数据，列于下表。

权重因子W_T表示组织或器官的随机效应危险度与全身受到均匀照射时的总危险度的比率。例如，由表得知，全身受到均匀照射时的总危险度为$165\times10^{-4}Sv\cdot h^{-1}$，性腺的随机效应危险度为$40\times10^{-4}Sv\cdot h^{-1}$，因此，性腺危险度的权重因子$W_T=40/165\approx0.25$。权重因子也表示各组织器官的相对危险度。

人体各组织或器官的辐射效应危险度和权重因子

组织或器官	效　应	危险度($10^{-4}Sv\cdot h^{-1}$)	权重因子W_T
生殖腺	遗传效应(最初二代)	40	0.25
乳　腺	乳腺癌	25	0.15
红骨髓	白血病	20	0.12
肺	肺　癌	20	0.12
甲状腺	甲状腺癌	5	0.03
骨	骨肉瘤	5	0.03
其余组织	其他癌	50	0.30

虽然目前使用的辐射危险度数据还不够精确，存在不少争议，但引用了危险度这一概念，在放射防护上是一很大进步，它可以定量地判断随机效应的致死性危害，还可以与社会上其他职业危害相比较。

有效剂量当量H_E是指除四肢、皮肤和眼晶体外，全身其他各组织或器官T受到的平均剂量当量H_T分别乘以相应的权重因子W_T后相加之和，即$H_E=\sum_T W_T H_T$。引用有效剂量当量这一概念，就可以制定出以所有受照组织或器官的总危险度为基础的剂量当量限值。特别是利用各被照射组织的危险度相加关系后，保证了身体受到非均匀照射时所有受照组织的总危险度不会超过全身均匀照射时的总危险度。

本标准还规定了在进行与放射防护有关的设计、监督和管理时，必须遵守实践的正当化，放射防护的最优化和个人剂量限制两者共同考虑的原则。应当避免一切不必要的照射，用最小的代价，获得最大的净利益，使一切必要的照射保持在可以合理达到的最低水平。个人所受照射的剂量当量不得超过规定的限值。

本标准根据电离辐射的生物效应和危险度等新概念，制定出放射工作人员和公众个人的年剂量当量限值。此年剂量当量限值是指一年工作期间所受外照射的剂量当量与这一年内摄入的放射性核素所产生的待积剂量当量两者的总和。为了限制放射性核素吸入或食入体内，本标准还规定了各种放射性核素由吸入或食入的年摄入量限值。为了放射防护工作的需要，对空气、食入物和物体表面放射性污染的监测和管理根据一定模式由基本限值推导出一定限值，此限值称导出限值。

儿童少年卫生标准

儿童少年卫生标准(health standard for children and adolescents)，又称儿少卫生标准，是从保障儿童、少年健康出发，对其学习、生活活动中外环境各种不利因素规定的限量要求和为实现这些要求所采取的措施。

中国儿少卫生标准的制订工作起步晚。1985年卫生部将组织制订管理学校卫生标准具体事项交北京医科大学所属北京儿童青少年卫生研究所负责。1983年卫生部

曾将“卫生标准体系研究”课题下达给哈尔滨医科大学卫生系负责完成。同年哈尔滨医科大学卫生系与辽宁省劳动卫生研究所共同制订了“卫生标准体系表”，其中属于儿少卫生范围的有专业基础标准 2 项，个性标准 84 项，后者分四类，如学校及儿童机构建筑卫生标准；儿童少年设备及用品卫生标准；儿童少年教育过程卫生标准；儿童少年常见病筛选诊断及生长发育测量标准等。

在儿少卫生标准未制订完善之前，国家为了保障儿童少年身心健康而颁发了一系列法令。例如，1951 年 8 月 6 日中央人民政府政务院《关于改善各级学校学生健康的决定》，规定了学生每日上课、自习时间（高中不得超过 9 h，初中不超过 8 h，小学高年级不超过 6 h）。学生每日睡眠时间（中学 9 h，小学 10 h，夏季增加午睡）。学生每日体育、娱乐活动或生产劳动时间（除体育课及晨操或课间活动外），以 1—1.5 h为宜。学生从事生产劳动时，应避免过重的体力劳动等。1961 年 3 月 17 日教育部、卫生部、全国妇联、共青团中央颁发了《关于女学生经期卫生和劳动保护的几项原则规定》，指出学校在安排女学生的学习、科研、生产劳动和其他活动时，必须切实贯彻中央关于劳逸结合的各项指示，照顾她们的生理和体质特点。生产劳动中应考虑其体力强弱及是否经期，以及注意经期卫生保健等。1964 年 9 月 9 日教育部等 8 个单位颁发了《中小学校保护学生视力暂行办法（草案）》。1979 年 12 月 6 日教育部、卫生部颁发了《中小学卫生工作暂行规定（草案）》。这一系列有关儿童少年健康的法令，有利于儿童少年身心健康的改善。

课桌椅卫生标准

课桌椅卫生标准（health standard for classroom desks and chairs）是从培养学生良好姿势、减少疲劳、预防脊柱弯曲异常和近视眼出发，对学生使用的课桌椅按生理和人体尺度而制订的标准。

对课桌椅的基本要求：①要满足教育上的需要，如写字、看书和听课等；②卫生要求：要适合就座儿童的身材比例，提供良好的坐姿，减少疲劳，不妨碍儿童的正常生长发育，保护视力；符合安全、坚固、美观、造价低廉、不妨碍教室清扫等要求。

良好的坐姿　脊柱正直，写字时头部不过分前倾，不耸肩，不歪头，两肩之间的连线与桌缘平行，前胸不受压迫，大腿水平，两足着地（或踏板），保持一个均衡稳定而又不易产生疲劳的体位；看书写字时，眼与桌面上书本的距离一般为 30—35 cm；血液循环通畅，呼吸自如，下肢的神经干不受压迫。

课桌椅的规格

椅高　即椅面（包括椅前缘的最高点）离地面的高度。适宜的椅高应与小腿高相适应，等于腓骨头上缘的高度或再低 1 cm（在穿鞋的情况下），使腘窝下没有明显的压力。

桌椅高差及桌高　桌椅高差为桌面近缘高与椅高之差。当椅高确定之后，再加桌椅高差即为桌高。适宜的桌椅高差，对读写的儿童应为其坐高的 1/3；对少年、青年则可提高 1—2.5 cm。

桌下空区　以满足就座时放置下肢、小腿和脚可以前后移动，使大腿上面与屉箱底之间有一空隙。桌面至箱底的高度不大于桌椅高差的 1/2。桌下的踏板可有或无，如设踏板时应在桌下的前方。

桌面　有平面和斜面两种。平面桌有利于珠算、手工、绘画、毛笔书法及供餐等。斜面桌有利于阅读和书写，为避免头部过度前倾，采用 10—12°斜坡，并在桌面远侧有一约 9 cm宽的水平部分。

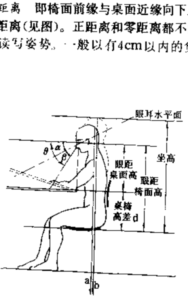
桌面的前后尺寸　约等于前臂加手长或不小于书本长度的一倍半。桌面的左右宽度，不宜小于书写时两肘间的距离。两人桌可有 100—120 cm宽，以免邻座儿童相互干扰。桌面以浅色（天然木色）为佳，以利于增加教室的照明，但应注意避免眩光。

椅面　椅深，即椅面前后方向的尺寸，相当于大腿长 2/3—3/4，使小腿后方留有空隙。椅宽，即椅面前缘左右方向的尺寸，应略等于臀部。椅面可为平面，或向后稍倾斜，但最多不超过 2°。

椅靠背　使就坐学生感到舒适，腰背肌肉得到休息。最好具有与腰背部外形相吻合的形式。靠背以向后斜倾 5—10°角为宜，靠背上缘高达肩甲骨下角之下。

桌椅距离　即为桌与椅之间的水平距离，是制作连式或固定式桌椅的重要尺寸。分离式桌椅在使用时应该注意这一个问题。桌椅的距离有椅座距离和椅靠距离两处。

椅座距离　即椅面前缘与桌面近缘向下所引垂线之间的水平距离（见图）。正距离和零距离都不能使人体保持良好的读写姿势。一般以有4cm以内的负距离为最好。



桌椅高差与读写姿势的关系图

中小学课桌椅尺寸表(据GB 3976—83)(单位: cm)

型号	使用者身高范围	桌高	桌下空区高	椅高	椅面有效深度	椅宽	靠背上缘距椅面高	靠背左右宽
1号	165以上	76	62以上	43	38	34以上	32	30以上
2号	158—172	73	59以上	42	38	34以上	31	30以上
3号	150—164	70	56以上	40	38	34以上	30	30以上
4号	143—157	67	55以上	38	34	32以上	29	28以上
5号	135—149	64	52以上	36	34	32以上	28	28以上
6号	128—142	61	49以上	34	34	32以上	27	28以上
7号	120—134	58	46以上	32	29	27以上	26	25以上
8号	113—127	55	43以上	30	29	27以上	25	25以上
9号	119以下	52	40以上	29	29	27以上	24	25以上

注: (1) 桌高－椅高＝桌椅高差, 1—9号桌椅高差分别以33、31、30、29、28、27、26、25及23 cm

(2) 桌面左右方向的宽度, 单人桌55—60 cm, 双人桌100—120 cm; 其前后方向的尺寸38—42 cm

(3) 靠背上下缘间距10 cm以上

椅靠距离　即椅靠背与桌近缘之间的水平距离，要求就座儿童的胸前(穿衣情况下)应有3—5 cm的自由距离，以避免挤压胸部而又能利用靠背。

由于中小学生的身体正处在生长阶段，故他们所坐的课桌椅按其身高而分成几种大小型号尺寸。过去以身高每相差10 cm为一种型号，现按国际要求以身高每相差15 cm为一种型号。下表为课桌椅尺寸的国家标准，要求家具厂必须按这个标准生产。这个标准是根据中国中小学生大量人体测量和姿势观察而订的。其中椅高与国际标准组织(ISO)的规定基本一致。桌高较ISO的高出3 cm，即桌椅高差较大，部分原因是中国人的坐高占身高的比例较大，另外也考虑了中国人的习惯。

课桌的型式　可分为连式、分离式、固定式和升降式。

各种型式的课桌，在设计时都要处理好桌下空区与屉箱或搁板的关系。上表中规定桌高减去相应的桌下空区高，1—3号为14 cm，4—9号为12 cm。

卫生管理　家具厂应按国家标准制造课桌椅。学校应按学生身高需要的型号分配到教室。医务人员或班主任应在开学之初，按学生身高分配其适合的课桌椅型号。

卫生事业发展史

中国古代卫生事业

公共卫生的萌芽　中国早期的公共卫生设施，是从环境卫生开始的，包括水源保护、清扫工作及尸柩处置。夏商(约公元前21—前11世纪)时期，人们已经知道凿井而饮。在殷墟遗址中发现住室附近已有排水沟。《左传》记有“土厚水深，居之不疾”和“土薄水浅，其恶(疾病)易觏(易成)”。《管子·禁藏篇》提出了“当春三月……杼井易水，所以去兹毒也”，意指春季要挖除井中的积垢淤泥，换以新水，以维护水源的安全。《周易》、《风俗通义》中有不少类似护井公约的记载。

清洁处理　甲骨文中有洒扫和室内除虫的资料，如“庚辰卜，大贞，来丁亥寇寝”(寝同寝字，指“堂室”)，意即丁亥日要在室内扫除。《周礼》、《仪礼》、《诗经》中有许多管理环境卫生的方法，如抹墙、堵洞、熏药、洒灰、按时扫房等以除虫灭鼠。《左传》有“国人逐瘈狗”以防制狂犬病的记载，说明当时已有除害防病的具体管理手段。《周礼》有清除粪便的记载。秦汉时有下水道、“都厕”(即公厕)、洒水车等城市公共卫生设施。

尸柩处置　“文王葬死骸而九夷顺”，即重视“掩胳埋胔(音兹)”，实行墓葬。《周礼·春官》，设“墓大夫，掌凡邦墓之地域”，即已设官管理。在周代，无论是厚葬薄埋(《水经注》卷十五记有“僵人穴”)，都力求不要暴尸于野，而起防制疫疠的作用。

婚姻制度　《礼记》“三十曰壮有室”；《周礼》“令男三十而娶，女二十而嫁”；《左传》“男女同姓，其生不蕃”，这些规定保证了中华民族的健康繁衍。

保健思想的形成　中医学是中国古代文化的重要组成部分。距今二千多年前，《黄帝内经素问·四气调神大论》“是故圣人不治已病治未病，不治已乱治未乱，……夫病已成而后药之，乱已成而后治之，譬犹渴而掘井，斗而铸锥，不亦晚乎!”已孕育着“预防为主”的思想。《黄帝内经·灵枢》、《八十一难经》、《金匮要略》等书，都有大致相

同的论述。扁鹊提出"信巫不信医"是"六不"之一。他主张破除迷信，预防疾病和早期治疗的保健思想。《淮南子》中有良医者常治无病之病，故无病的早期治疗之说，也是预防医学思想的补充。

早期的仿生导引的健身活动，促进了保健思想的形成。《庄子·刻意篇》就有"吹呴呼吸，吐故纳新，熊经鸟伸，唯寿而已矣"的记述。《吕氏春秋·尽数》所载："流水不腐、户枢不蠹"，含有生命在于运动的哲理。在汉马王堆三号墓出土帛画《导引图》中，有彩绘的44种姿式的图象，模仿各种鸟兽的动作，反映当时健身活动的概貌。三国(2世纪)著名医学家华佗，发扬"户枢不朽"的保健思想，继承《淮南子》的"熊经、凫浴、鸱(夜鹰)视、虎顾、鸟伸、猿蹶(跳)"六禽戏，删去凫、鸱两戏，增加鹿戏，创作了五禽戏，以后又演化出五禽拳、五禽气功图、五禽舞功法等多种流派，丰富了具有民族特色的医疗体育和保健活动。

唐代孙思邈在所著《千金要方》(652年)中首先提出"大医精诚"的论点，他在该书序中说，"人命至重，有贵千金，一方济之，德逾于此"。他强调医学家的道德修养，提倡对病人应"普同一等，皆如至亲之想，亦不得瞻前顾后，自虑吉凶，护惜身命。见彼苦恼，若己有之。深心凄怆，勿避险巇，昼夜寒暑，饥渴疲劳，一心赴救"。这种救死扶伤的人道主义精神，是值得提倡的崇高医德。

医事制度的发展　奴隶社会中社会分工趋向专业化，出现了中国早期的医事管理制度。西周初期(公元前11世纪左右)，出现了宫廷医生，即专职医生。据《周礼·天官》记载，当时医生分为食医(管理王室饮食)、疾医(内科)、疡医(外伤)及兽医四种。医政组织，以医师"掌医之政令，聚毒药以共医事"。当时的医师是总管医药行政的最高负责人，下设府、史士、徒等职。管理上订有一套考核制度，即"岁终，则稽其医事，以制其食(指俸给)，十全(治愈)为上，十失一次之，十失二次之，十失三次之，十失四为下"的规定，根据医术高低以定俸给。病历记录及报告亦已开始出现。《周礼》有凡民之有疾病者，分而治之，死终则各书其所以而入于(上报)医师等记载，要求对病人须记录治疗经过，对死者要作死亡原因报告，作为考核医疗成绩的依据。这种管理措施，为医药经验的积累与医疗水平的提高创造了条件。

医政体制的变迁　秦汉时期(公元前221—220年)医事组织的规模日渐扩大，旁及宫廷之外。《杜佑通典》中有秦太医令、丞主医药。西汉太医令、丞分属太常(如后代太医院)及少府(如后代御药房)，设太医令、太医监、太医丞、药丞、方丞等职官，分别担任管理医、药、方之职。东汉时设有宫医，如侍医(即御医)、女侍医(即乳医)、医工长、医待诏、本草待诏、尚药监、中宫药长、尝药太官等员额，均须考核补用。

晋沿汉魏旧制，仍置太医令、丞主管医药。南北朝均仿此制。如北魏的太常设太医令，门下省设尚药局。南宋元嘉二十年(443年)太医令秦承祖奏置医学，以广教授。北魏太和中(约480年)置有太医博士、太医助教，可谓医学教育的发端。历代的医事考核，多半只考官(医)，不考民(医)，医学教育，成为医政体制的一个主体。隋唐"太医令掌医疗之法"，对所属官医，"皆有博士以教之，其考试登用如国子监(当时主管教育机关)之法"(《旧唐书·职官》)，可见医政与医教已糅合一体。

隋唐时期从中央到地方医药管理，都有所加强。两晋的医政组织统一归门下省。隋唐改为太常寺统太医署，门下省(唐改为殿下省)统尚药局，分别掌管医事与药事。唐代太医署，由令、丞、医监、医正组成，所属的医师、针师、药师、咒禁师，"皆教以博士"，"业成者为师"，还有府、史、医工、医生、针工、针生、按摩工、按摩生等职称与编制(见《新唐书·百官志》)。尚药局另设人员编制。

宋代对医学人才培养更为重视。宋太平兴国之始(977年)，还从民间选拔精良的医生为医官，充实"翰林医官院"(后改称"医官局")。熙宁九年(1076年)，"太医署"改称"太医局"。政和三年(1113年)，置"医学"为医学教育和选用人才的最高机构，各州县也开办"医学"(校)，规定考试制度，逐级选拔。另设"尚药局"、"御药院"专管宫廷医药。医学分科渐细，由唐代的体疗、疮肿、少小、耳目口齿、角法(包括针灸、按摩)等五科发展至宋代的大方脉、风科、小方脉、疮肿折伤、眼科、产科、口齿咽喉、针灸、金镞兼书禁等九科，元代更增至十三科。宋代王安石推行新法，医学教育实行"三舍法"。学生通过考试品学兼优者，可以由外舍升入内舍，由内舍升入上舍。上舍生毕业后大都留在太医局任职。

金、元、明、清几个朝代均取消了署、局建制，医政和医教统一由太医院管理。改"太医局"为"太医院"始于金代。金、元于太医院设提点(元初称院长)为院部最高负责人。元代医药管理分工设"医学提举司"管医药考核及校勘名医著述；"官医提举司"掌医户差役词讼；"广济提举司"掌修合药饵(制剂)。明、清太医院均设院使(明初称提举)为院最高负责人，并设有左右院判，共掌医的政令，其下设御医、吏目、医士、医生等"掌各科治法以治疾"，"掌炙(炮)制之法以治药"。明代设御药房，专为宫廷医疗服务。清初御药房改属太医院。康熙十年(1671年)开始独立建置医政体制。医药管理的法令亦逐渐规范化，对民间医生的检定及医律的修饰，均有明文规定。医学教育分内教习与外教习，经考试而定等第与录用。清代还完成了《古今图书集成·医部全录》(1723年)共520卷，收载历代医药文献及医家事迹，相当于一部医学百科全书，具有参考价值。

医疗方式的沿传　《汉书·艺文志》说："太古有岐伯、俞柎，中世有扁鹊、秦和，盖论病以及国，原诊以知政"，为传说中的古代名医。《史记集解》称岐伯，黄帝太医，属使主医药。今称岐黄为医家之祖。扁鹊，少时为人舍长，从舍人长桑君学得医术。《史记》为他作传，说他在陕西、山西、河北一带行医，首先运用望、闻、问、切四诊，精通内、

妇、儿、五官各科，擅长汤药、针灸、砭石、蒸熨、按摩等法治病，并教出子豹、子阳等有医学专长的学生，是古代民间医生的代表。西汉淳于意到处为人看病，"不以家为家"；东汉华佗行医遍及江苏、山东、河南、安徽一带。古代民间医生大都由私人传授，私人开业，以"悬壶"、"铃医"或"走方郎中"的形式行医。自古把医生开业称作"行医"。明代设立的王府良医所及地方惠民药局，都请医"坐堂"看病，风行到民间药肆。当时著名医药家李时珍是世传的民间医生，他的祖父是走村串户的"铃医"（即走方郎中）；父亲李月池在家行医（旧称挂牌医生、医庐、医寓，今称诊所）；自己早年曾在王府坐堂（今药店坐堂）。相传三国时，吴国名医董奉，为人治病不取酬金，重病愈者，使栽杏五株，轻者一株。如此数年，郁然成林。"杏熟易谷，以济贫病"，"杏林春满"，传为佳话。

医院的建立 中国医院雏型始见于周代。《周书·五会篇》载周成王在成周大会的会场旁设过"为诸侯有疾病者之医药所居"。《管子·入国篇》，对聋、盲、跛、躄等残疾，生活不能自理的，亦有"收而养之"的记载。《汉书·平帝纪》说："元始二年（2 年），民疾疫者，舍空邸第，为置医药"，类似隔离医院。东汉延熹五年（162 年），皇甫规任中郎将，在甘肃陇坻一带作战，军中发生疫病，曾利用民房开设"庵庐"，类似野战医院。南北朝时，南齐永明九年（491 年），设"六疾馆"；北魏太和二十一年（497 年）设"别坊（即别屋）"，永平三年（510 年）设医馆"分科治疗"，渐有从"收养"转向"收治"的迹象。唐代开始专设收容残病的"养病坊"（845 年），大都以政令设在庙宇里，由僧人主持，并给寺田做经费，还把一些寺院，辟作"疠人坊"，对麻风病人进行隔离。

宋朝设养济院，"立规约数十条，以愈疾之多寡为赏罚"。"安济坊"有"三年医愈千人"的记录，并有"医者给'手历'以书所治痊失，岁终考其数"的规定，形似官立医院。元祐四年（1089 年），苏东坡在杭州做官，他捐献私帑，与官家合办一所"安乐坊"，是一种公私合办的医院。现存苏州的北宋文庙碑林中的《平江图》，刻有以正式命名的"医院"，是苏州"济民药局"私人集资办的医院。此外，唐宋时代，还有专门收容慈幼、军戍、病囚等医药设施。

元代至元七年（1270 年），设广惠司，由阿拉伯医生，配制回回药物，是一种阿拉伯式的医院。明隆庆三年（1569 年），西人在中国澳门最早开设了西式医院，但无影响。

国家药局的开设 唐显庆四年（659 年），颁布了《新修本草》，记载药物共 844 种，为一部全国通行的"药典"。唐"太医署"设官职分管贮药、给药等工作，在产药地区置采药师，在京师以良田为药园，由药园师管理，可谓初具药政的规模，但一般未出宫廷内的管理范围。

宋代设置了专门的药政机构。宋熙宁九年（1076 年），于"尚药局"、"御药院"之外，太医局设"卖药所"。王安石为相时，颁《市易法》，由政府控制市场的药物销售，以革伪滥之弊。宋崇宁二年（1103 年）设"修合（制剂）药所"，以后改为"和剂惠民药局"。南宋时，先后改称"和剂局"、"太平惠民（药）局"等，发售熟（成）药。元代于各路设惠民药局，"择良医主之"，兼有门诊性质。明代发展到各县，通称惠民药局。

对于药材管理，明代才有记载。全国岁入药材，俱于产地派纳。明永乐（1403—1424 年）额定 55 474 斤，嘉靖初（1522 年）通计 264 227 斤，万历（1573—1619 年）间减为 249 581 斤。清代药材出入统归"礼部"，折钱粮由出产地按年解纳，由"内药房"设府总管。

预防接种的影响 古代传染病流行的记载，最早见于《史记·赵世家》中，周惠王二十二年（公元前 655 年），大疫，以后历代史籍都有详记。预防手段，主要是设坊（场所）隔离。

16 世纪以来，防治传染病的目标，首先为痘疹。这一时期有关痘疹的著作达 50 余部，特设痘疹专科，从事诊治，终能发明人痘接种以预防天花。清《医宗金鉴》称宋真宗时（998—1022 年），峨嵋山人为丞相王旦之子种痘，但宋、元医书并无记载。清·张琰《种痘新书》（约 1681 年后）称："余祖承聂久吾先生之教，种痘箕裘，已经数代"。聂久吾是 17 世纪初人。清·俞茂鲲在《痘科金镜赋集解》（1737 年）中说："闻种痘法起于明隆庆年间（1567—1572 年）宁国府太平县……由此蔓延天下"。此种预防方法，不久就远传海外。1688 年，俄国首先派医生到北京学习种痘，由此传入土耳其和北欧，1717 年传入英国，18 世纪中叶已传遍欧亚。这种保全人类生命的免疫思想及方法在预防医学史上具有世界意义。

中外医药交流 西汉张骞两次出使西域（公元前 138—前 115 年），开辟了东西交通，促进了中外文化交流。唐代著名僧人法显、玄奘等先后访问印度、阿富汗、尼泊尔等国，渐次扩大了中外医药交流。

汉唐以来，中国炼丹术多次传入阿拉伯，并经阿拉伯传到西方，对世界制药化学有一定贡献。唐永徽年间（650—655 年），与阿拉伯国家开始了药物互赠和药物贸易。晋王叔和《脉经》中的"脉象"，相传于 10 世纪前传入阿拉伯，被 Avicenna（980—1037 年）吸收到他的《医典》。在东方，唐僧人义净在印度居住 20 年，常用中国医药为印度人诊治疾病。南北朝时中日两国医药即已开始交流：552 年，中国赠给日本《针经》；562 年，吴人知聪携带《明堂图》等医书 160 卷到日本，以后，历经隋唐，交往更密。608 年，日本派员生来华学医，带去《诸病源候论》等不少重要医书。701 年，日本的医药管理制度，采取中国的唐制，制订《大宝律令·疾医令》，规定日本医学生必读《素问》、《黄帝针经》、《明堂脉诀》、《（针灸）甲乙经》、《新修本草》等书。754 年，鉴真和尚东渡日本传授佛学和医学。805 年，日本医生管原清留学中国后，竭力提倡中国医学，渐次形成了汉医（包括汉方、汉药）在日本风行。

张仲景《伤寒论》、《金匮要略》，被推崇为"医圣"之作。朝鲜医学亦深受中国医学的影响，曾仿隋唐，设"医学"，置医学博士，以中国医学书为教本。越南很早与中国进行文化交流，唐宋时期即有医家的交往和药物交易。宋、明以来中国医学对日、朝、越的影响日益深远，在日本盛行的汉医和朝、越盛行的东医，历久不衰。16 世纪李时珍《本草纲目》出版后，不久传到国外，以后陆续被全部或部分地译成朝、日、拉丁、英、法、德等多种文字，在世界科学史上有一定的地位。17 世纪，西方开始介绍中国针灸学，由荷兰人用英文在伦敦出版。1683 年，荷医传针灸术到欧洲，流传及于德、法、意、瑞典、英、捷克、俄等不少国家。

早期的西方医学与阿拉伯医学视同一体。西汉中叶，即渐有西方医药传入的史迹。唐代初叶(7 世纪)，景教徒 Nestorians的传入，出现高潮。五代十国(10 世纪)，西域来华之路阻塞，东西交流中断。13 世纪，蒙古民族崛起东方，东西方交通远至意大利。元代先有景教徒卷土重来，后有天主教徒相继而至。元世祖中统四年(1263 年)，曾聘Isaian为御医，进行医事活动，其时，欧洲医学尚未成为一门独立学科，不足以影响中国医学的地位。明代后期，正当 16 世纪欧洲科学文化开始兴盛时期，欧洲天主教士输入"西学"的同时，传入西洋医学。1583 年以意大利利玛窦(Matteo ricci)为首的传教士，通晓中国语言，"其所著书，多华人所未道，故一时好异者咸尚之"(见《明史·外国》)，明医学家王肯堂亦与之交游。艾儒略(Julio Aleni)著《职方外纪》(1613 年后)，介绍西洋医事制度和设施甚详，但所传播的影响是有限的。

中国近代卫生事业

西洋医学的传入　鸦片战争前后，西洋医学在中国传播的扩大，是在帝国主义侵略的情况下开始的。1779 年，英国东印度公司来华的鸦片商船，即随带医生Pearson。1805 年(清嘉庆十年)他来广州传"种痘法"。1820 年(清嘉庆二十五年)，英国教士医生Morrison与东印度公司外科医生Levingstone在澳门设小医院一所，后发展成玛礼逊医学校，以Brown主其事。同年东印度公司医生Colledge来华，1827 年(清道光七年)在澳门设立眼科医院，次年又在广州设立一医药局，撰文鼓吹商业扩张可借助于传教事业，而传教事业又可通过医生治病达到目的。1830 年美国公理会国外布道会派遣第一个传教士 Beadle来华。1834 年(清道光十四年)又派传教医生Parker于广州开设眼科医院，即后来的博济医院。1838 年(清道光十八年)，Parker与Colledge组织了广州医学传教会。

鸦片战争清政府战败后于 1842 年与英国签订了丧权辱国的"江宁条约"，开放广州、福州、厦门、宁波、上海为通商口岸，许可设置教堂和医院。1840 年随英国侵略军在舟山登陆的英国医生Lockhart，于 1844 年留在上海开设医院，即后来的仁济医院。同年，清政府又与美、法等国签订了不平等的"中美望厦条约"、"中法黄埔条约"，亦许可在五港口设置教堂和医院，利益均沾。1859 年(清咸丰九年)，英、法、俄等国迫使清政府签订"北京条约"以后，外国医院的设置，更伸展到长江和内地各城市。1861 年(清咸丰十一年)，Lockhart到北京开设施医院，即后来的协和医院。继之，1865 年(清同治四年)美国圣公会在上海设同仁医院；1867 年(清同治六年)英国长老会在汕头设高德医院；1881 年(清光绪七年)英国北部苏格兰教会在奉天设盛京施医院。其他如烟台、牛庄、济南、镇江、南京、宜昌、汉口、梧州、博罗、东莞、台湾等地亦设置了教会医院或诊所。据 1905 年(清光绪三十一年)调查，全国有教会医院 166 所，诊所 241 所，教会医生 301 名。据 1920 年(民国 9 年)调查，教会所办的医院共有 250 所。

抗日战争时期，美国在中国后方继续操纵和扩增教会医务组织。据 1944 年调查，全国有教会医院 141 所，诊所 98 所，巡回医疗队 17 队，学校诊所 25 所，麻风医院 30 处，病床约 1 万张。各国在中国长期经营的教会医院，分布全国各地，最高达 340 所。

外国在华开办医院的同时，还非常重视开办医学校。1866 年(清同治五年)，美国医药传教会在广州开设了第一所医学校，即广州博济医学校。1895 年(清光绪二十一年)，清政府与日本签订了卖国的"马关条约"后，中国殖民地化程度更深一步，各国互认势力范围，各自开办医院并招收中国学生。据 1897 年(清光绪二十三年)调查，在 60 所教会医院中，有 39 所兼授学生，其中收学生 10 名以上者 5 所，其余仅收学生 2—6 名；被认可的毕业生约 300 名。据 1915 年调查，英、美教会医院发展成医学校的达 23 所。这类外人办的医学教育，采用各该国的学制及语言，选派留学生，培植各自势力，形成后来的英美、德日、法比等医学派系。

太平天国的卫生新政　太平天国(1851—1864)作为农民起义的革命政权，关心战士和群众的健康。太平天国的卫生工作，分朝内、军中和居民三个系统。金田起义之初，太平军即设有专职的医务人员。此后，陆营各军都设有拯危衙(急救站、包扎所)、掌医衙(主治外科)、内医衙(主治内科)、能人馆(打仗受伤为能人，同军医院)，以及随征药材局。定都天京(南京)后，朝内以殿前国医为首，设国医衙，总管卫生工作，属官有天朝督内医、督医将军、天朝内医、天朝掌医、朝内拯危急、朝内诊脉医生等，并设总药库，功臣衙(尊伤残将士为功臣，同疗养院)及骡马医。军中医官包括内医、掌医、拯危急、理能人(同护理人员)等，亦有设功臣衙者。在居民中，分设衙道医生 60 人，为天京居民施诊给药。这种公医制度的尝试，是同"人人不受私，物物归上主"的原则，即先由私归公，然后药物、食粮、衣服再由公配给的圣库制度相联系的。

太平天国领袖之一洪仁玕，兼通医学，积极倡议借庙宇之资，移迷信之费作为基金，开办医院，兴办了一所中

西合璧的医院。《太平天国印书·资政新编》规定，兴医院以济疾苦，由公义者司其事，立医师必考取数场，然后聘用，不受谢金。在天京还设有老民残废馆，参加打扫城市街道，并责成女馆每天要交活鼠一只或臭虫一对；在农村设兴乡民，管理各户洒扫街渠，讲究环境卫生。严禁鸦片、酗酒，同时禁止蓄婢、宿娼、缠足、溺婴，保护妇儿健康，实行了历代封建王朝所不能办的卫生新政，经历13年，后随革命政权失败而告终。

防疫机构 1873年（清同治十二年），暹罗（今泰国）及马来西亚半岛霍乱流行，波及中国的上海及厦门。两地海关先后制订《海港卫生规则》，由海关派遣医师17人（大部分为外籍，中国仅黄宽一人），对进口船只实行检疫。1883年（清光绪九年），汕头海关仿行。1894年（清光绪二十年），香港、广东鼠疫流行，各地海关相继设检疫机构，天津在大沽设海港检疫站，汉口也公布了《检疫章程》。清宣统年间（1910—1911），东北肺鼠疫暴发，侵入内地，广东海关亦制订了《海港卫生规则》，在中国北部的安东（今丹东）、烟台及牛庄（今营口）也相继采取检疫措施。

当时中国海港检疫工作全由外人把持。1924年，泛太平洋食料保全会议在美国檀香山举行时，曾有中国海港检疫应加以改组的提案。1927年，中华医学会和博医会在香港开联席会议也提出这一问题。1929年，国民政府卫生部成立了全国海港检疫总管理处。次年，颁布《全国海港检疫条例》，并在上海设办事处，向江海关接收上海海港检疫处。后一年，厦门、汕头、牛庄、安东、天津、塘沽、秦皇岛、青岛等检疫处（站），亦次第办理接收，一律改称检疫所，收回了全国各港埠的检疫权。

中国防疫机构的设置，始于1910年（清宣统二年）。当时，东北哈尔滨一带发生鼠疫，死亡达6万余人，危及京津。清政府派伍连德主持防疫，在山海关设检疫所，并联络各海港同时实行检疫。次年，疫势平息，在奉天（今沈阳）举行国际会议，由日本等11国医学专家参加。根据会议的建议，在哈尔滨建立了东北防疫处，并于哈尔滨、牛庄、安东等八处设防疫医院及检疫所。

1917年（民国6年），绥远发生鼠疫，延及晋北，死亡约一万六千余人，北洋政府的内务部绌于经费，乞助于外人管制的海关拨款进行预防。疫情平息后，以余款于1919年（民国8年）成立中央防疫处，掌管各种急性传染病的调查、研究、讲习与防治，并开始制供生物制品，如白喉抗毒素、免疫血清、牛痘苗及其他疫苗等。

1928年（民国17年），中央防疫处由北平迁设南京；1937年，迁往昆明；1946年抗战胜利后复迁回北平天坛原址。1934年，增设西北防疫处于兰州，制造供应生物制品（包括兽用），兼管西北地区的医疗、防疫等事业。次年又设蒙绥防疫处，侧重兽疫防治及制造供应兽用生物制品。

抗战期间，1937年设汉宜渝检疫所，负责控制长江上游传染病的传播。之后，滇缅公路上设流动检疫站，在蒙自设检疫所，在交通要道设卫生署医疗防疫队和公路卫生站，从事医疗和卫生防疫工作。黔桂、滇黔、川滇、川黔、成渝、川康、川陕等各条公路线上，约每隔一百里设立一公路卫生站，最多时达70余站。抗战胜利后，这些卫生站转为县的医疗卫生机构，还协助军医署成立防疟队，进行战区的抗疟工作。

中央卫生机构 1905年（清光绪三十一年），于清政府警政部警保司下设卫生科；次年，改隶民政部；第三年，民政部改称内务部，卫生科改为卫生司，设在北京

辛亥革命后，1912年（民国元年）林文庆首任内务部卫生司长。北洋军阀统治时，政府由南京迁北京，伍晟任卫生司长。1913年，改为内务部警保司卫生科。1916年恢复为卫生司，唐尧钦任司长，后由刘道仁继任，掌管传染病及地方病的预防，海港及铁道的检疫，医师、药师、药品、药检的监督与管理，卫生协会、地方卫生机关、医院等的监督与管理。直辖卫生试验所及卫生展览馆各一所。其时，学校卫生属教育部，工业卫生属工业部，陆军军医及海军军医分属于陆军部及海军部管理。

1927年南京国民政府于内政部置卫生司，掌管全国卫生行政。次年，改设卫生部，薛笃弼任部长，刘瑞恒任政务次长，部内设总务、医政、保健、防疫、统计五司，另设中央卫生委员会，为设计审议机构。1931年改为卫生署，属内政部，内分总务、医政、保健三科。1936年卫生署直隶行政院，由刘瑞恒、金宝善分任正副署长。抗日战争期间（1937—1945），卫生署改隶内政部，1941年又直隶行政院，设医政、保健、防疫、总务四处，由颜福庆、金宝善先后任署长。1945年卫生署迁回南京，1947年再扩大为卫生部，内设医政、保健、防疫、地方卫生、药政、总务等司，周诒春任卫生部长，金宝善任政务次长。解放前夕（1949）由朱章赓代理部长。

卫生署（部）直辖的卫生事业单位，分检疫防疫、卫生实验及医疗研究三个系统。在医疗研究方面，南京设中央医院。1945年兰州的西北医院改为兰州中央医院，增设广州中央医院、天津中央医院，为全国及各该地区的临床医学研究中心，并担任高级医务人员进修和培训。南京设有精神病防治院，结核病防治院，分别担任专科医师的培训和专科疾病的防治研究。在福州设立东南鼠疫防治处；在江苏淮阴设立黑热病防治处，分别进行各该疾病的调查、研究与防治工作。

其他中央部门的卫生组织：军政部设军医署（原为军医司），抗战胜利后改为国防部联勤总部军医署；海、陆军司令部设军医（卫生）处，航空委员会下设卫生处；实业部设工厂检查（包括卫生检查）处，铁道部设卫生处；教育部与卫生署（部）合设医学教育委员会，下设药学、口腔医学、护士、助产士等专门教育委员会。

地方卫生机构 1898年（清光绪二十四年），在上海公共租界工部局内设立卫生处；1900年八国联军驻天津都统衙门内设立卫生局，主要为侨商、侨民、侨团（教会

等)及军队服务。清政府在北京内、外城巡警两厅下设卫生处及官医院;外省的省会也各设卫生科等卫生机构,多属残缺不全。

自办而较有规模的城市卫生机构,以1925年(民国14年)北京市左一区试办公共卫生事务所为最早,隶属于京师警察厅,是通过北京协和医学院的卫生学科而创设,仿照美国公共卫生设施的模式,工作范围包括生命统计、传染病管理、妇婴卫生、学校卫生与卫生教育、工厂卫生、疾病医疗、环境卫生稽查等项目,并设立各项训练班。所长由当时内务部中央防疫处长方石珊兼任。

地方卫生机构的配置。1928年成立卫生部后,有省设卫生处、市设卫生局的规定,嗣后于江西设省卫生处,云南、湖南、甘肃、宁夏、青海设省卫生实验处,陕西设省卫生委员会;市设卫生局或卫生事务所者有南京、上海、北平(京)、天津、广州、杭州、南昌七市。至1937年省属医疗卫生机构共52所,市属82所,合计134所。1940年行政院公布《省卫生处组织大纲》,明确规定省卫生处下设省立医院、卫生试验所、初级卫生人员训练班、卫生材料厂等,制度渐趋划一。1941年曾推行"公医制度"。至1945年抗战胜利为止,全国有16个省卫生处,省属医疗卫生机构70所;由于沿海省市沦陷,仅重庆、成都、自贡、贵阳、昆明、西安、兰州等七市设立卫生局或卫生事务所,市属医疗卫生机构共24所(见表1)。抗战胜利后有所发展。据1947年底调查,全国有省卫生处26所,行政院直辖市卫生局8所、卫生事务所1所,省辖市卫生局6所、卫生事务所及卫生院各10所。省属医疗卫生机构148所;市属医疗卫生机构105所(见表1)。

表1　1937—1949年省市、医疗卫生机构统计

	抗日战争前(1937)		抗日战争中(1945)		抗日战争后**(1947)	
	省立	市立	省立	市立	省立	市立
医院	15	11	53	10*	110	56
传染病院	3	6	7		6	19
卫生试验所	3	2	10		12	7
其他	31	63		14		
妇幼保健所					11	13
结核病防治院					4	4
精神病防治院					2	2
麻风病医院					3	1
戒烟医院						3
合计	52	82	70	24	143	105

* 1945年,市立医院内包括传染病院和产院

** 1947年,包括台湾省及台北市

1932年(民国21年)起,着手筹设县医院,1934年改称县卫生院。1937年卫生署公布《县卫生行政实施办法纲要》,于江苏、浙江、山东、江西、河北、陕西、福建等7个省设县卫生院(或县医院)152所,广州12个区设卫生事务所。抗日战争期间,后方各省陆续增设县卫生院,1945年达978所。抗日战争后,收复区各省又有所增设。1947年全国县卫生院达1440所,但多设备简陋,人员不足。

1945年,卫生署公布《公立医院设置规划》。据1947年调查,设置公立医院的有江西、浙江等11个省,共40所。

乡村及边疆卫生机构　在北洋政府时期,乡村卫生尚无设施。1934年(民国23年),卫生署颁行《县卫生行政方案》,规定县设卫生院,区设卫生所,较大的农村设卫生分所,村设置卫生员,但据实地调查,全国乡村卫生机构,寥寥可数,分散在河北定县,安徽和县及萧县,江苏盐城、句容及江宁,浙江吴兴及武康等县及北平、上海、广州等市。各县(市)的乡村卫生机构,称乡(农)村卫生实验区,乡村卫生事务所或乡村诊疗所。最早建立的有上海市吴淞区(1928年)、高桥区(1932年)卫生模范区及河北省定县农村卫生实验区(1929年)。工作项目,大体是医疗防疫、卫生宣传、学校卫生、助产与妇婴卫生、劳工卫生、生命统计、人员训练、戒烟等十项,前五项大多有所实施,后五项则不普遍。

当时"乡村教育"、"乡村建设运动"倡导者,曾与卫生当局合作,试办过若干乡(农)村卫生实验区。如1929年晏阳初主持的平民教育促进会于河北定县设农村卫生实验区与保健院;陶行知主持的南京晓庄乡村师范学校与卫生署合设晓庄乡村卫生实验所(1931年由卫生署接管改为汤山乡村卫生实验区);1933年梁漱溟倡议的乡村建设运动与齐鲁大学医学院合办山东邹平县政建设实验区卫生院等。抗战期间,云南曲靖、贵州定番、四川璧山的卫生实验院,分别为战时内迁的上海医学院、中央卫生实验院等的教学实习实验场所。

边疆卫生起自1934年,以医药支援西北的甘肃、新疆、青海、宁夏以及西南的云南等省,并派医务人员开设省卫生处及省立医院,云南还设置了省卫生试验所及抗疟委员会。1936年在蒙绥边区开设蒙古卫生院。1943年蒙古卫生院改组为伊克昭盟、乌兰察布盟两个卫生所,并于宁夏的阿拉善旗设置卫生所。1939年,卫生署设置西北专员办事处,督导西北边疆卫生工作,并设卫生署直辖的西北医院和西北卫生人员训练所,训练医务人员。另外,为适应抗战的后方需要,于西南滇缅公路线上,设滇缅公路卫生处、疟疾研究所及滇西检疫所;西康设省卫生处及省立医院;西昌(川滇公路中心)、会昌、会理、雅安、富林设卫生所。

卫生实验机构　1932年国民政府于全国经济委员会下设中央卫生设施实验处,1937年隶属卫生署,称卫生实验处,仿南斯拉夫的柴格拉勃公共卫生研究院的体制,由当时国际联盟卫生部邀请该院院长鲍谦熙(Borcic)帮助规划而建立的。任务是创设各项卫生实验与研究机关,设立各项实验区以及训练各种卫生、保健、防疫

的专门人才。实验处内设防疫检验、寄生虫学、化学药物、妇婴卫生、社会医事、工业卫生、卫生工程与环境卫生、卫生教育、生命统计等9个系，从事各地疾病及卫生保健的调查、研究、实验、示范和各该专业人员的训练，并与教育部合作设卫生教育设计委员会。1932—1937年间，进行了重要传染病及寄生虫病，如疟疾、血吸虫病、黑热病、鼠疫等病的调查与防治；建立若干市、县卫生实验机关；筹建了少数卫生工程；制订了生命统计制度；推进了妇婴卫生、卫生教育与学校卫生等工作。1937年卫生实验处迁往贵阳，1941年再迁重庆，改组为中央卫生实验院，除原有的9个系外，增设流行病研究所和营养研究所。化学药物系中增设药理研究和药品化验两个实验室，分别进行药品、中药的药理学及药品质量检验等工作。1945年中央卫生实验院迁回南京，并在兰州、北平设立分院，还设立东北分院。

药材药品的管理 中药材是中国宝贵资源之一。19世纪中期，中国对外贸易中大黄与茶叶占主要出口市场。国内中药铺遍及城乡市镇。北京最老的中药铺西鹤年堂发售饮片。同仁堂(1669)发售丸散，远自明清开设，时已行销全国。据不完全统计，1941年北平中药铺有250余家，居全国首位。据1912年《中国年鉴》记载，中药出口以生药为大宗，1906—1910年每年外销总值，约合港币200万至400万，均属商务系统经营，非卫生系统直接管理。

鸦片战争后，随着教会医院的发展，外商相继开设西药房。1853年(清咸丰三年)，英商老德记药房，最早开设在上海。继之，德商科发药房(1863)、英商屈臣氏药房(1886)又开设在上海。外国人在上海纷设洋行，利用"买办商人"进行药品倾销。由于西药市场扩大，利润优厚，吸引商人私营药房。据1941年调查，总店多设在上海，全国各城市几乎都设有分店。外商药房利用中国的廉价劳动力，进行的制药事业主要是加工工业。中国私营医药工业大部分也只能作进口原料的加工。但因外国成药充斥市场，中国药厂产品无力竞争。

抗战胜利后公营制药事业与药品器材管理较有起色。卫生署为了筹建公营药厂和管理进口西药的质量，设置药品管理局，并于上海设中央生化制药实验处，开始制造生物制品和药品。同时于北平设中央防疫实验处(原中央防疫处)、兰州设生物制品制造所，制供各种血清、抗毒素、痘苗、疫苗等。此外，南京设有药品供应处、麻醉药品经理处及医疗器材厂，并增设药品食物管理局负责药品器材的进口及市场管理。

中医对抗废止的斗争 戊戌变法(1898)时，维新派梁启超评述"光绪批谕孙家鼐奏请设医学堂折"时称医者泰西大学为一科，是维新之一政。首先主张提倡西医。1914年北洋政府教育总长汪大燮主张"废止中医，不用中药"，遭到中医界的强烈反对，各地中医联合组织"医药救亡请愿团"迫使收回成命。1929年第一次中央卫生委员会议通过了余岩(云岫)等提出的"废止旧医以扫除医事卫生之障碍案"，具体提出消灭中医的六项办法，即：①限期登记"旧医"。②训练"旧医"。③定期限制"旧医"使用营业执照。④禁止登报介绍"旧医"。⑤禁止"非科学"医学的宣传。⑥禁止设立"旧医"学校等。当即引起全国中医药界断然反对。同年3月，在上海召开了全国中医药团体代表大会，提出了"提倡中医以防文化侵略"，"提倡中药以防经济侵略"的口号，并组织了130多个团体联合请愿团。当时的国民政府一面压制，一面拉拢，允许成立中央国医馆，内设学术整理委员会。1933年制订了《中医条例》，1936年卫生署设中医委员会，教育部设中医专门委员会，但歧视中医的政策一直没有实质性的改变。

医药卫生人员 旧中国医药卫生人员很少。据1930年Lennox报道，全国235所教会医院中共有医师705人，护士1 422人(其中中国医师401人，中国护士711人)，医学生2 941人。1932年底以前卫生署登记的全部医师仅2 919人，按男、女性别及毕业学校所在国统计如表2。

表2 1932年全国登记医师统计表

	男	女	合计	占总数%
国内毕业	2 326	241	2 567	87.94
国外毕业	320	32	352	12.06
其中：日本	178	16	194	6.65
美国	61	13	74	2.54
德国	40	2	42	1.44
英国	15		15	0.51
法国	13		13	0.45
朝鲜	6		6	0.21
奥地利	3	1	4	0.13
其他	4		4	0.13
合计	2 646	273	2 919	100.00

外籍医师因治外法权的关系，多不遵守中国法令而未行登记。国外毕业人数，大部分为中国留学生。

据朱席儒、赖斗岩1935年调查，全国医师5 390人，中国籍4 638人，占86%；外国籍752人，占14%。据卫生署统计，1929—1945年6月全国登记的医务人员累计数为医师12 694人，药剂师918人，牙医师353人，护士5 972人，助产士5 189人，药剂生4 290人。

革命战争时期卫生事业

中国人民民主革命战争时期的卫生事业，是随着中国共产党和中国工农红军的创建与发展，逐步发展壮大起来的。

第二次国内革命战争时期 (1927年8月—1937年7月) 中国共产党十分关心红军战士和广大劳动人民的健康，重视医药卫生事业。早在1922年7月，中共第二

次全国代表大会的纲领中，就明确规定了保护劳动者的健康和福利，设立工人医院，保护童工和女工等内容。南昌起义后的会昌一战，红军伤亡800余名，战后有300多名伤员随部队到达福建汀州，由傅连暲积极联络当地医生，以福音医院为中心，成立合组医院，并发动许多学校的师生参加护理工作。1927年9月秋收起义，三湾改编后，起义部队编为工农革命军第一师第一团，在卢溪战斗中，将伤病员和战斗员分开，组织卫生队，专门收容治疗伤病员，这是红军最早建立的卫生机构。10月，部队到达江西井岗山茅坪，于攀龙书院旧址，创办了红军第一所医院。1928年5月，红军在离茅坪不远的茶山源设立了最早的军药材库。毛泽东在《中国的红色政权为什么能够存在》一文中，把"建设较好的红军医院"和"修筑完备的工事"、"储备充足的粮食"同样重视，认为是巩固根据地所必须做好的三件大事。11月，毛泽东在《井岗山的斗争》中指出医院"要用中西两法治疗"，为革命根据地中西医团结合作指出了方向。

苏区卫生组织的建立　1931年，在苏维埃政府内务部成立了卫生管理局，分设医务和保健两科，在省、县、市、区苏维埃政府中设卫生科(或股)，在居民中成立卫生委员会和卫生小组等基层卫生组织。

群众卫生运动的开展　1932年1月13日，中华苏维埃共和国政府的机关报《红色中华》第五期社论指出，防疫卫生运动，是保障工农群众和红军的健康运动，是为巩固革命力量去争取苏维埃更大发展的胜利的运动。1932年3月，中华苏维埃共和国人民委员会发表第二号训令，提出了防疫卫生运动的八条规定，把卫生运动列为加强和巩固革命力量的主要方面。1933年3月，中华苏维埃共和国临时中央政府颁布了《卫生运动纲要》，明确指出，苏维埃政府是工农自己的政府，要注意解决工农群众一切切身的痛苦，污秽和疾病就是他们要解决的一个大问题。并号召全苏区各地方政府，各群众团体，领导人民群众一齐起来，向污秽、疾病以及迷信守旧的思想习惯作坚决的斗争，还具体规定了开展群众性卫生运动的方法和要求。1933年12月，毛泽东在《长岗乡调查》中指出，疾病是苏区中一大仇敌，因为它减弱我们的革命力量。如长岗乡一样，发动广大群众的卫生运动，减少疾病以至消灭疾病，是每个乡苏维埃的责任。1934年1月，他又在第二次全苏工农代表大会上说，我们应该注意群众生活的问题，……许多人生疮害病想个什么办法呢？……都应该把它提到自己的议事日程上，应该讨论，应该决定，应该实行，应该检查。1934年3月成立了中央防疫委员会，加强对防疫工作的指导。中央内务部和中央军委还先后颁布了有关传染病的预防条例，对传染病报告、检疫、隔离及消毒等作了具体规定。苏区卫生管理局还颁布了卫生条例，制订了卫生教育计划，开办了卫生行政人员训练班，并在师范学校与列宁小学的课程内，加入卫生教育一门。在全苏区每个乡村都设有卫生委员会，居民编为卫生班，经常开展卫生竞赛。苏区政府还组织了公共医疗事业，设立了公共诊所和药业合作社，对医生和药店进行登记等。1932年江西开办小型药厂，采用当地中草药制成丸剂、水剂以及散剂。红军卫生材料厂制药车间还改良中药剂型，以解决工农红军及苏区卫生材料不足的困难。

红军卫生组织　在古田会议建军思想指导下，军政领导加强了对卫生部门领导，各级卫生组织逐渐健全，人力物力不断充实。1931年4月，贺诚在江西龙岗组建了总军医处，11月改称军委总卫生部。1931年以后，部队卫生机构有了统一的编制，方面军、军团设军医处(1932年改为卫生部)，师设军医处(1932年改为卫生处，其后又改为卫生部)，团设卫生队，连设卫生员。

红军医院　1931年建立了红军总医院、各军区医院(如湘赣军区黄岗医院、福建军区四都医院、粤赣军区会昌医院、江西军区洛口南医院、闽浙赣军区弋阳医院等)以及各后方医院。1933年初，傅连暲将汀州福音医院迁到瑞金，成为中央红色总医院。从1932年至1934年10月长征以前，卫生机构发展非常迅速，据当年《红星报》的不完全统计：全军有10个后方医院，每院下设5—6个所，每所能收容300名伤病员。此外，还有6个兵站医院、2个残废医院和1个疗养院，约能收容伤病员两万多人。

红军卫生学校　1931年初部队成立了随军人员训练班。1931年11月创办了军医学校，由贺诚兼任校长。1933年3月，改为中国工农红军卫生学校，8月迁至瑞金。1934年10月与傅连暲主持的红色医务学校合并，将中央红色总医院作为实习医院，学制一年。从军医学校成立到1934年10月长征，共培养了军医班学生181名，调剂班75名，看护班300名，保健班123名，研究班7名，共686名。

军民一致开展卫生工作　1932年红一方面军召开第三次卫生工作会议，确定了"预防第一"的卫生工作方针，并决定在每一个伙食单位建立卫生委员会。中央军委颁布训令，要求部队开展卫生运动消灭当时流行的疟疾、痢疾、疥疮和小腿溃疡四种疾病。在行军宿营时提倡"倒脚运动"以防止下肢静脉曲张和溃疡，时常洗澡以防止疥疮的发生。红军还帮助驻地群众开展卫生工作，给老百姓免费看病。针对当时农村的具体情况，提出了挖水井、开窗子、每周一次大扫除等要求。不仅给群众造成良好的政治影响，也密切了军民关系。

团结中西医，继承发扬祖国医药学遗产　团结中西医，继承发扬祖国医药学遗产是中国共产党的一贯方针，也是革命根据地卫生工作的一大特点。在1928年建立的井岗山红军医院中，外科病由西医治疗，内科病则由中医治疗，并且组织采药队以解决药源的不足。以后在闽北、湘赣、川陕、鄂豫皖等苏区建立的红军总医院和分院都吸收中医参加工作，湘赣军区红色总医院(黄岗医院)还专设中医科及草药科。1933年红四方面军将川陕根据地部分中医药人员组织起来，成立工农医院，内、外、妇产各科

完全采用中医药治疗。

医学研究和医药书刊的出版　1931年总卫生部出版《健康报》，报道卫生行政和医院政治情况，交流技术经验。1932年出版了通俗卫生刊物《卫生讲话》。1933年红军卫生学校出版了技术性杂志《红色卫生》。卫生部还印发了一部分业务参考书给部队医务人员，如《内科学》、《临症便览》、《最新创伤疗法》等。1933年10月，中央内务部卫生管理局、军委总卫生部与卫生学校联合发起组织"中华苏维埃共和国卫生研究会"，以指导苏区的卫生学术研究工作。

抗日战争时期(1937年7月—1945年9月)

陕甘宁边区的卫生工作　在陕甘宁边区，部队积极帮助地方政权开展卫生工作，协助边区建立卫生组织。边区政府民政厅下设卫生处，领导全区卫生工作。还成立了边区卫生材料厂、边区医院、保健药社、干部休养所等。各专署设卫生指导员，各区设不脱产的卫生协助员，各村设卫生员。建立了各级军、政、民卫生指导委员会或联系会，组织与领导当地卫生工作，建立了模范卫生村。为了促进中西医团结合作，成立了中西药协会、中医小组和县医药社，组织了红色中医进修班、中医研究班，采用老中医带徒弟的办法培养中医人才。1944年5月，毛泽东在延安大学开学典礼上说，要提倡卫生。要使边区一千多个乡，每乡设立一个小医务所。12月在陕甘宁边区参议会上又提出：要使一切人民都能逐渐地离开愚昧状态和不卫生状态。这一系列指示使边区卫生工作朝着正确的方向发展，并确定了预防为主、为工农兵服务的卫生工作方针。中央革命军事委员会总卫生部根据战争局势的需要，在前方开办卫生教导队及制药所；在后方扩大卫生学校，开办卫生材料厂和药厂，培养医药干部和制造药品器材，以便在人力和物力上加强边区和各根据地的卫生工作。

医药院校的设立　抗日战争时期在边区及各革命根据地先后成立了医药院校。1935年10月红军卫生学校在瓦窑堡开学，后与第四方面军中央红军卫生学校合并。1940年春迁延安改建为中国医科大学。抗战期间，中国医科大学、延安西北医药专门学校及妇女职业学校中的助产训练班、延安制药厂附设药科学校、华中医科大学、华东白求恩医学院、华中医学院、晋冀鲁豫卫生学校、晋绥军区卫生学校、晋察冀白求恩卫生学校、苏中卫生学校以及苏浙医务职业学校等共培养了3 000多名医药卫生干部。

在职卫生干部教育　在抗日战争开始时就成立了短期轮训班，有计划地进行在职卫生干部教育。1942年2月中央作了《关于在职干部教育的决定》，指出对一切在职干部需要给以业务教育，实行"做什么，学什么"的口号，都必须学会与精通自己的业务。6月军委总卫生部公布了《关于在职卫生干部教育》的文件。7月成立医药指导委员会，为部队及地方医药卫生最高学术指导机关。1943年5月军委《关于卫生部门中的教育问题》的通令中提出，卫生部门的基本任务，在于保障部队之健康与伤病员的收容治疗，并迅速治愈归队，保持与增进战斗情绪。教育方针应以军队卫生勤务学、近代之医疗技术为主课，辅以政治教育、自然辩证法，从事军医建设，适应战争需要。

制药厂的设立　抗战初期药材主要依靠国内外各团体赠送，如中国红十字会、保卫中国大同盟等，国民党军医署发给一部分，其余则由自己购买或制造。1938年着手筹建八路军制药厂。1939年7月药厂迁至延安，改称延安制药厂。1942年成立附设药科学校，每年可制丸、片、水剂十几万磅，主要是中药。冀中军区卫生部在1938年初成立卫生材料组，8月扩充为冀中制药厂，1945年与七、八、九分区制药厂合并成立前方制药厂。晋绥军区1940年成立制药厂。其他各军区也先后创办药厂，进行中药炮制和西药制剂加工，以后逐渐发展到能够制造一般玻璃和金属医疗器械。解放战争时期，制药事业已能制造原料药和特效药，如葡萄糖、磺胺、麻醉药、疫苗及血清等。医疗器械的制造在品种及质量上都有很大的提高。

国际友人的支援　抗日战争期间不少反帝、反法西斯的医学家组织了援华医疗队，参加了中国的抗日救亡工作。如加拿大的白求恩，苏联的阿洛夫，印度援华医疗队的柯棣华、巴思华、木克华，奥地利的罗森特以及马海德、米勒、傅莱等。他们在前线英勇地参加战伤救护，在后方进行医疗预防，为根据地的人民和战士解除疾苦，或者进行教学，培养技术干部。国际主义战士白求恩同志，对部队卫生工作、医院建设和战地救护工作有过重大贡献，1939年不幸因手术感染以身殉职。毛泽东在《纪念白求恩》一文中，号召大家学习他"毫不利己，专门利人"的共产主义精神，和"在技术上精益求精"的科学态度，赞扬他为我们树立了一个"救死扶伤，实行革命人道主义"的光辉榜样。

医院建设的正规化　1939年中共中央为了救护和医治伤病的抗日将士，在延安筹设医院(为了纪念白求恩同志，后名为国际和平医院总院)。八路军在1938年已建成了11所医院，1939年又增加了6所正规化医院。1940年创建了和平医院与野战医院。12月召开了全军后勤会议，对医院的管理与建设作了许多规定，订立了各项规章制度。1942年春创办了白求恩护士学校，并于五台山及晋东南成立两个分校。1944年又以降低残废率及死亡率，加强门诊及战地救护工作为医院的努力方向。毛泽东提出护士工作有很大的政治重要性，要尊重护士、爱护护士。八路军120师于1938年组成野战医院，直属四个所。新四军于1938年在安徽泾县成立前方医院，在小河口成立后方医院。各级医务部门都设有政治机关与政工人员，注意医护人员和伤病员的思想教育。1945年颁布了伤病员住院规则，指出卫生部门的中心任务是"保障全体指战员的健康，提高战斗力以加强和巩固部队"。在一切为了前线的原则下，从后方医院中抽调出大批干部补充到部

队中去,组织了"战地流动医疗组"、"野战手术队"直接到前线参加战斗,以加强部队的救护工作。

抗日游击战中的卫生勤务工作　当敌人大扫荡时,华北平原地区的伤员不能随部队行动,卫生人员就将他们三三两两地隐蔽在群众家里,由群众照管。随着地道战的发展,到处挖了地洞掩护伤员,后来在连成蛛网一样的地道里,设有病房、手术室,并采用风箱换气,称为"地下医院"。在山岳地区,战事紧张时,医院就分散到附近的崇山峻岭或茂林修竹间实行坚壁,称为"山林医院"、"森林医院"或"竹林医院"。有的地区,伤员住在偏僻山村的农家,或藏在悬崖的山洞里,由医生巡回治疗,被称为"山洞医院"。在华东和滨海一带交通比较方便的地区,卫生人员和伤员只能化装成农家子弟,隐藏在农民家里。在荒僻的海岸和河港湖荡地区,经常备有帆船、担架、牛车或马车等,以便在敌人袭击时能迅速转移,被称为"水上医院"、"芦荡医院"、"海滩医院"或"海上医院"。在极度分散和艰苦的敌后环境中,根据地人民和卫生工作者先后创建了五十多所医院,收容治疗了约三十万伤病员。

第三次国内革命战争时期(1945 年 9 月—1949 年 9 月)　第三次国内革命战争即解放战争,规模之宏大在中国历史上是前所未有的。在卫生工作方面,边区政府将民政厅卫生处扩大为卫生署,掌管全边区卫生行政及技术事宜,同时又加强了部队各级卫生组织的力量,吸收了第二次世界大战中战伤治疗上的新成就,采用了合理的卫生勤务组织,顺利地完成了部队卫生及百万余名伤员的救治工作,为解放战争的胜利作出了应有的贡献。

部队卫生组织　中央革命军事委员会设总卫生部,下设野战军卫生部、纵队卫生部、旅卫生处、团卫生队。为了适应大规模的运动战、攻坚战和连续大兵团作战的要求,在野战军卫生部设手术队、野战医院、基地医院、野战区兵站线卫生所,野战区兵站线收转所;纵队设手术收转所;旅卫生处设手术站;团卫生队设包扎所、休养所;连设抢救组。在基层,连队设卫生防疫委员会,主任委员由副政治指导员兼任,每班设卫生战士一人。在《连队卫生工作条例》中明确指出:在平时,各级卫生工作应以预防为主,在战时,卫生防疫工作应与战地救护工作并重。为了加强各级防疫委员会的组织领导,在各级卫生机关中成立防疫工作组,深入连队,掌握发病和卫生情况。部队每向一地区进军时,卫生人员首先必须学习该地区多发病的治疗和预防,并根据不同季节作好防疫措施。如对水源的调查和保护、食物检查、传染病侦察、收集敌军的卫生情报、进行预防接种等。此外,还进行普遍体检,加强卫生教育,严格饮食卫生,加强驻地卫生和疾病的防治,保障了指战员的健康。

战伤救治　1948 年 1 月,联防后勤会议通过了《战时卫生勤务条例》和《战伤处理战时简则》,制定了伤票,解决了当时某些混乱现象,使战伤救治工作进入正规。1949 年第三届全军卫生会议又通过了《关于战伤救护工作各线分工的决定》,明确了各级卫生人员的职责,建立了由火线至兵团与后方医院的阶梯治疗和医疗后送制度。从过去每连由一名卫生员单独进行抢救的方式,发展到设立班卫生战士与连抢救小组,一直到开展火线"普遍包伤运动"、"自救互救运动"等群众性的救护裹伤;由过去部队卫生机关各自分散的治疗救护,发展到组成"联合抢救组"、"团联合包扎所"和"师联合手术站"等战地救护组织,做到"高度运动,大量收容,哪里作战,哪里收容"。淮海战役时,组建了 2 个前方重伤医院,16 个后方医院。吸收了第二次世界大战中坑道卫生以及医院尽可能接近火线进行第一线救治的经验,大大提高了重伤治愈率,腹部战伤治愈率达到 66.6%。破伤风类毒素的普遍使用,使破伤风发病率降低到 2%。由于战地救护和战伤治疗技术的提高,伤员归队率达到 70%以上,大大加强了解放军的战斗力。

在职干部培训　在解放战争中,需要卫生人员的数量很大,对技术水平的要求也越来越高。因此,卫生部门采取了医院训练(办卫生学校、护士学校、医训队等),药厂训练(办药训班),各级办训练班和全军上下一齐动手的办法,培养锻炼出一支经受战争考验,具有无产阶级觉悟的卫生干部队伍。1946 年总卫生部及联防卫生部设置了公共卫生训练班,以提高在职医务人员的预防医学知识和公共卫生技能。各军区卫生部也办理在职人员轮训班。1947 年还规定每个军区或纵队卫生部要组织卫生学校或医训队,大批培养医务员、司药和看护长,成绩优秀的可任医生。

医学院校的充实与发展　1946 年延安医科大学与原张家口医学院合并称为中国医科大学,白求恩卫生学校也扩为白求恩医学院。1948 年开办了东北药科学校。1949 年军委卫生部设有 3 个军医大学,各大军区成立了 5 个军医学院,各省军区也都开办了卫生学校,总计全军所办学校毕业的医生和司药将近 6 000 人。如果把短期训练班和在工作中培养的人员都计算在内,全军护士以上的卫生人员,70%以上都是自己培养出来的。

医药书籍的出版　解放战争时期,全军出版医药书籍 776 220 册,杂志 126 750 册,画刊 24 000 册,超过国民党统治区同一时期的出版数量。

革命战争时期的卫生事业为全国解放后卫生事业的发展奠定了坚实的基础,积累了丰富的经验,指出了前进的方向,在中国医学发展史上具有伟大的意义和深远的影响。

中华人民共和国卫生事业

中华人民共和国成立后,在中国共产党和人民政府的领导下,中国卫生事业进入了一个崭新的时期。

1949 年 9 月,中国人民政治协商会议的《共同纲领》第 48 条规定:"提倡国民体育。推广卫生医药事业,注意

保护母亲、婴儿和儿童的健康。"1954年9月，第一届全国人民代表大会第一次会议通过的宪法第92条规定："中华人民共和国劳动者有休息的权利，国家规定工人和职员的工作时间和休假制度，逐步扩充劳动者休息和休养的物质条件，以保证劳动者享受这种权利。"第93条规定："中华人民共和国劳动者在年老、疾病或者丧失劳动能力的时候有获得物质帮助的权利。国家举办社会保险、社会救济和群众卫生事业，并且逐步扩大这些设施，以保证劳动者享受这种权利。"1956年1月，中共中央《全国农业发展纲要》(草案)，提出了除四害和消灭危害人民健康最严重的疾病的要求。1982年4月第五届全国人民代表大会第五次会议通过的《中华人民共和国宪法》第21条"国家发展医疗卫生事业，发展现代医药和我国传统医药，鼓励和支持农村集体经济组织、国家企业事业组织和街道组织举办各种医疗卫生设施，开展群众性的卫生活动，保护人民健康。"第25条"国家推行计划生育，使人口的增长同经济和社会发展计划相适应。"第45条"中华人民共和国公民在年老，疾病或者丧失劳动能力的情况下，有从国家和社会获得物质帮助的权利"国家发展为公民享受这些权利所需要的社会保险、社会救济和医疗卫生事业。"第49条"婚姻、家庭、母亲和儿童受国家的保护夫妻双方有实行计划生育的义务。……"等条款为发展中国卫生事业提供了法律依据。

1949年9、10月间，中央人民政府卫生部和中国人民解放军卫生部联合召开的卫生行政会议上确定了全国卫生建设的总方针是"预防为主"，卫生工作的重点应放在保证生产建设和国防建设方面，面向农村、工矿，依靠群众，开展卫生保健工作。1950年8月7日召开的第一届全国卫生会议，结合中国革命战争中的卫生工作经验，规定了"面向工农兵、预防为主、团结中西医"为中国卫生工作的三项原则，并作了健全基层卫生组织、发展医学教育、培养各级卫生人员、调整医药卫生事业的公私关系及医药界团结互助学习等决定。1952年第二届全国卫生会议，根据爱国卫生运动的经验将"卫生工作与群众运动相结合"作为卫生工作的第四项原则。在这四项原则的指导下，中国卫生事业得到了迅速发展，取得了显著成绩。

在国民经济建设时期卫生事业的主要任务是扩大医疗预防机构，继续广泛开展城乡爱国卫生运动，加强公共卫生管理，防治对人民危害最严重的疾病。1953年12月24日召开的第三届全国卫生会议指出：卫生部门必须从国家的总路线和总任务出发，在党和政府的领导下，继续采取"整顿巩固、重点发展、提高质量、稳步前进"的方针，贯彻卫生工作四大原则。应首先加强工业卫生工作和城市卫生工作，并继续开展爱国卫生运动，防治对人民危害最大的疾病，有步骤地结合互助合作运动开展农村卫生工作，为增进人民健康，加强国家的经济建设和国防建设而奋斗。

在社会主义建设时期，卫生事业的基本任务是为人民健康服务，为社会主义现代化建设服务。要为广大人民群众防病治病，提高人民的健康水平，要围绕经济建设这个中心，开展各项卫生工作。1979年全国卫生厅局长会议，探讨并制定了现阶段卫生工作的具体方针是：①预防为主的方针。②中医、西医、中西医结合三支力量长期并存，都要发展的方针。③卫生工作的重点放在农村，同时加强工矿和城市的医疗卫生工作。④加强卫生工作的科学管理。⑤采取多种形式和途径把基层卫生工作搞活。

卫生组织机构 1950年第一届全国卫生会议《关于健全和发展全国基层卫生组织的决定》指出：为了保障广大人民的生命健康和使卫生事业服务于广大人民，配合国家生产建设，逐步改革过去不合理的状态，贯彻卫生事业面向广大劳动人民的方针，有步骤地发展和健全全国的基层卫生组织，特别是工矿区和农村的基层卫生组织。

1947年全国县医院1 437所，床位11 224张，到1989年已发展到2 241所，床位383 627张。建国初期，在县以下设立区卫生所，1947年仅436所，1952年达到7 961所。人民公社建立后，区卫生所改为公社卫生院或中心卫生院，80年代改为乡镇卫生院。1989年全国已有乡镇卫生院47 523所，床位722 713张。全国卫生防疫、妇幼保健及医疗机构也有很大发展。全国卫生防疫站及专科防治所(站)，1949年仅11所，1989年也达5 338所；妇幼保健所(站)由1949年9所发展到1989年2 796所；全国医院1949年为2 600所，84 625床，1989年已达61 929所，2 867 062床。

卫生防疫 防治各种传染病，特别是鼠疫、天花、霍乱等烈性传染病的流行是解放初期卫生部门的首要任务。经过大力防治，中国传染病发病率和死亡率显著下降，不少传染病已被消灭，有的被控制。

天花 50年代初期，天花发病率迅速下降。1961年中国报告最后一例天花。经世界卫生组织1980年核定承认中国为天花彻底消灭国家之一。

鼠疫 1949年察哈尔北部发生鼠疫大流行，人民政府成立了中央防疫委员会，组成了鼠疫防治专业队伍，积极开展鼠疫防治工作，迅即阻止了鼠疫的蔓延。为了消灭鼠疫，在疫区建立了鼠疫防治所、鼠疫防治站和机动防疫队。1952年鼠疫发病率较1950年降低了96%，到1958年已很少见到鼠疫病例，1979年全国仅鼠疫病人8例，人间鼠疫已被控制。1980年制定的《鼠疫监测试行方案》，用统一方法在全国进行鼠疫监测工作。1985年在世界卫生组织东南亚地区国际鼠疫防治讨论会上，中国的鼠疫监测和控制工作被认为是完全可以自立的。

霍乱 1950年4月卫生部发布关于预防霍乱的指示，要求各地加强环境卫生、饮水消毒和管理饮水行业，发动预防注射，早期发现病人和带菌者，加强国境检疫。解放后全国未发现真性霍乱，但由埃尔托(Eltor)弧菌引起的副霍乱，自1962年由印度尼西亚传入后，某些地方

也有发生。

其他急慢性传染病　如斑疹伤寒、回归热、黑热病已被控制，麻疹、百日咳、伤寒、副伤寒、白喉、脊髓灰质炎及血吸虫病、疟疾等发病率也大为减少。传染病死亡在城乡居民的死亡原因中已不占主要地位。

性病　解放后不久，在全国范围内一举消灭了娼妓，为消灭性病创造了社会条件。通过积极防治，性病在50年代末已基本消灭。但近年来，随着国际交往增多，梅毒、淋病、艾滋病等性传播性疾病正威胁着中国。因此，在1989年9月1日颁布的《传染病防治法》中已包括了这些疾病。

1952年起，为了动员人民群众自己起来与疾病作斗争，发动了以"除害灭病讲卫生"为中心的爱国卫生运动，迅速改变了社会卫生面貌。为了有效地防治疾病，建立了各级卫生防疫站和各种专业防治机构，如寄生虫病、血吸虫病、结核病、麻风病、沙眼及皮肤性病防治所等。1989年底，全国共有卫生防疫站3 591个，专科防治所、站1 747个。为了有效地支持传染病防治，还建立了生物制品研究所和生物制品与药品检定所，国境卫生检疫所，流行病、寄生虫病、地方病防治研究所等。

工业卫生　中国共产党和人民政府非常重视改善工业企业卫生状况。1954年5月卫生部召开了第一届全国工业卫生会议，明确了工业卫生的方针是积极领导、稳步前进、面向生产、依靠工人、贯彻预防为主。国家颁发了《工业企业设计暂行卫生标准》，对新建、扩建企业的厂地选择、防护地带，厂房建筑物的配置，供排水、通风、采暖、照明，生产用房和生产辅助用房提出了具体的卫生要求。

医疗预防　40年来，中国已经建立了健全的城乡医疗卫生网。1957年9月，在中国共产党的八届三中全会上，周恩来同志提出医疗工作的方向应该是为六亿人民服务，城乡兼顾；扩大门诊，举办简易病床；扩大预防，以医院为中心指导地方和工矿的卫生预防工作。同年12月召开的全国医院工作会议提出要勤俭办医院，改革医院制度，便于病人就医，提高医疗质量，树立全心全意为人民服务的医疗态度。为满足人民就医需要，中国医疗机构有了很大发展，平均每千人床位数已由1949年的0.15张，发展到1989年的2.33张。城市和农村医院床位数及比重也起了很大变化。1949年全国床位中城市占75%，农村占25%，到1989年城市占52%，农村占48%。

1957年8月卫生部发布了关于加强基层卫生组织的指示，要求各级卫生行政部门对国家举办的、集体办的基层卫生机构和个体开业医生，必须统筹安排，使之各得其所。1958年后，逐步形成了农村基层卫生组织网，首创和推行了合作医疗制度，培养发展了一支半农半医的庞大农村卫生队伍。1989年全国农村有乡卫生院47 523所，床位722 713张，乡村医生75万，卫生员49万，接生员44万。

为保护少数民族的健康，人民政府组织了大批医疗队、防疫队，深入少数民族地区，进行巡回医疗和疾病防治工作。从1969年开始，连续10年派医疗队赴少数民族地区巡回医疗，预防疾病和培训当地卫生干部。1989年全国民族自治区共有各类卫生机构3 108所，床位共有327 640张，卫生技术人员478 304人。

妇幼保健　保障妇女儿童的身体健康，是中国卫生事业一项重要工作，它关系到整个中华民族素质的提高。40年来，中国妇幼保健工作取得了很大成绩，已建立了城乡妇幼保健网。1989年统计，全国儿童医院31所，妇幼保健院315所，妇幼保健所、站2 796个。为了加强儿童疾病的防治研究，中国医学科学院和部分省、市设立了儿科研究所。妇幼卫生队伍不断壮大。1985年全国妇产科和儿科医师80 842人，助产士75 517人，农村接生员51万人。下表为1989年的统计资料。

1989年全国卫生机构、床位和人员数

	实	有	数
	机构（个）	床位（张）	人员（人）
总计	206 724	2 867 062	4 786 959
医院	61 929	2 568 361	3 363 448
县及县以上医院	13 248	1 796 748	2 430 472
乡卫生院	47 523	722 713	873 323
其他医院	1 158	48 900	59 653
疗养院、所	651	123 394	56 298
门诊部、所	128 112	93 091	601 965
专科防治所、站	1 747	31 153	53 963
卫生防疫站	3 591	1 170	173 900
妇幼保健所、站	2 796	13 914	61 883
药品检验所、室	1 854		20 216
其他卫生事业机构	5 033	27 404	88 937
医学科学研究机构	328	5 678	36 978
高等医药院、校		246	105 609
中等医药学校		2 434	59 940
个体开业人员		217	163 822

妇女儿童健康水平有了很大提高。婴儿死亡率1949年为200‰，1989年城市为13.8‰，农村21.7‰。孕产妇死亡率，以北京市城区为例，从1949年的70/万下降到1982年的2.2/万。

中医中药　团结中西医，继承发扬中国医药学遗产，为保护人民健康服务是中国共产党的一贯方针和政策。40年来，中医和中西医结合工作有了很大发展。到1966年6月全国已有28万中医分别参加了全民所有制和集体所有制医疗机构工作，中医的社会地位和学术地位显著提高。除了中医研究院，1989年全国已有29所中医学院，2 046所中医院，中医369 509人。在总结临床疗效的基础上，开展中西医结合研究，取得了一批重要成果。整理、总结及研究了中医古籍和名老中医的经验，出版了

大批中医药书籍和中医教材。中药的产供销、剂型改革和研究也取得了一定的成绩。乡村医生一般都能采用中西两法防治疾病。

1978 年,中共中央转发了卫生部党组《关于认真贯彻党的中医政策,解决中医队伍后继乏人问题的报告》。1979 年 5 月,成立了中华全国中医学会。在用现代科学方法研究中医基本理论,如阴阳、气血、经络、脏腑及临床治则等方面,也获得了可喜的成果。

1980 年 3 月召开的全国中医和中西医结合工作会议,提出了中医、西医、中西结合医三支力量都要发展长期并存的方针,进一步明确了中医政策的基本要点是:努力继承、发掘、整理、提高中国医药学;团结和依靠中医,发展和提高中医;组织西医学习和研究中医,实行中西医结合;有计划按比例地发展中医和中西医结合事业,并为其发展与提高创造良好的物质条件;保护和利用中药资源,发展中药事业。

在发展中医药事业的同时,还加强了藏医及蒙医等少数民族医学。在藏医方面,解放后不久即建立了拉萨市藏医院。在藏医藏药科研工作中,已整理出版了藏医专著《藏医药选编》和《藏医临床札记》。用藏、汉两种文字出版了《西藏常用中草药》及《青藏高原药物图鉴》,编辑出版了《藏药标准》。在蒙医方面,1958 年内蒙古医学院设立了蒙医系,1979 年成立了内蒙古民族医学院及蒙医研究所,出版了《四部医典》、《本草图鉴》、《医药宝鉴》等蒙医学书籍。

药械事业 在自力更生的基础上,中国药品、医疗器械的生产和供应工作,有了飞跃的发展。解放初期,针对国内缺少原料药生产的状况,医药工业采取"以制造原料药为主、制剂为辅"的方针,首先组织生产疗效好、应用广的抗生素、磺胺药及防治地方病的药品;同时实行进口管制政策,制订药品标准,取缔伪劣药品。采取改造扩建老厂与重点新建相结合的措施,建设了药品及医疗器械工业。第一个五年计划期间,抗生素产量增长了 24 倍,磺胺药增长 28 倍。

1958 年以后,中国药械工业进入了一个新的发展时期,药品不仅产量激增,而且门类日趋齐全。从反映中国医药水平的国家药典来看,1953 年版收载药物 531 种,1985 年版收载了 1 499 种,国外已有的疗效肯定而又为国内所需要的多数药品,中国均能自行生产,部分品种还可出口。中国已经建成了一个具有一定规模、基本配套的药械工业体系,有力地保障了卫生事业的发展。药械科技水平有了显著提高。1985 年全国已有 35 个中西药和医疗器械专业研究及设计院所,科技人员 3 800 多人。中草药有效成分的研究也取得了较大进展,有二三百种中草药的有效成分已基本搞清结构,初步发现了 90 多种中药材具有抗癌作用。应用电子、超声、激光、核素等近代科学技术,试制成功了医用电子直线加速器、激光器、纤维光学内窥镜及颅脑计算机体层摄影(CT)等精密医疗仪器设备,为诊断治疗癌症、心血管病等常见病和计划生育提供了新的工具。

全国有药械专业高等院校三所,在其他高等院校中,设有化学制药、抗生素、药学、中药、医疗器械及生物医学工程专业等 15 个,还有 20 多所中等药械专业学校,为全国培养药械专门人才。

中国药政、药检队伍不断发展壮大,药政管理机构逐步充实加强。全国药品检验机构 1950 年只有一个所,1989 年底已发展到 1 854 个所(室)。1984 年 9 月颁布的《中华人民共和国药品管理法》,标志中国药品监督管理工作已进入法制化阶段。

卫生队伍与医学教育 在国民经济恢复时期,国家接办了旧制高、中等医药院校,充实了师资设备,扩大了招生规模,明确了办校方向。

1951 年 4 月卫生部和教育部发布了"关于发展卫生教育和培养各级卫生人员的决定"。此后,又召开了多次高等医学教育、中等医学教育、在职进修教育、业余进修教育、教材、电化教育、研究生和学位评定等有关专业会议,制定了一系列有关医学教育的制度、办法。全国高等医药院校已从 1949 年的 22 个,发展到 1989 年的 121 个,招生 4.5 万人。全国高等医药院校,1949—1989 年共毕业学生 694 271 人。1989 年全国中等医药学校 554 所,招生 9.4 万人。1949—1989 年全国中等医药学校共毕业学生 1 481 898 人。全国卫生技术人员已由刚解放时的 51 万人发展到 1989 年的 478.7 万人。

医学科学研究 建国以来中国医药卫生科研机构及医学科技队伍不断扩大,医学科学技术水平不断提高,科研成果不断出现,初步形成了具有自己特色的医学科学研究体系。

1949 年卫生部设置了全国卫生科学研究委员会,后改为医学科学委员会,作为卫生部领导全国医学科学研究工作的咨询机构。1982 年起下设生理学、内分泌学、病毒学、流行病学、血吸虫病、疟疾、地方病、器官移植、内科学、外科学、卫生学、社会医学与卫生事业管理等 49 个专题委员会,由 1 000 多名国内知名医药卫生专家组成。旧中国留下的独立医药卫生机构仅有 4 所,科技人员约 300 人。1989 年底,全国有独立医药卫生研究机构 328 所,科技人员 22 557 人。

在预防医学方面,开展了寄生虫病、地方病、传染病、肿瘤、心血管病和糖尿病等的流行病学调查和防治措施的研究;研究了多种新农药的毒理学和农药中毒防治措施,为农药安全使用与投产,提出了科学数据;开展了环境监测检验方法与成套设备仪器的研究,统一了全国饮用水、地面水、大气、车间空气、废渣及环境放射监测方法,为在全国建立监测网创造了条件。在防暑降温、防尘、防毒、食品卫生与营养卫生、工业卫生、环境卫生、放射卫生、妇幼卫生和计划生育等方面,作了许多科研工作,研究制订了多种卫生标准,为保护人民健康做出了一定的

贡献。

山东掖县、上海市嘉定县和上海县、广东从化县的基层卫生服务研究，河南林县、江苏启东县、广东中山县的肿瘤防治研究，广东番禺县及北京市石景山区等地的心血管病防治研究都达到了先进水平。

中国的临床医学有较好的基础，断肢再植、骨折、烧伤、急腹症、针刺麻醉、显微外科等已达到或接近国际先进水平，有的还处于领先地位。根据中医活血化瘀的治则，中西医结合治疗心血管病、结缔组织病、免疫性疾病等，都取得了良好效果。1963年首次成功地接活了断离6h的前臂后，中国显微外科发展很快，在断掌、断指(趾)再植、肢体以及肢体病段切除再植和游离肌肉移位再植、游离双趾移植再造手指、游离皮瓣移植、游离带血管骨移植等方面都取得了很大进展。药物和生物制品方面，驱虫药鹤草芽素，抗疟药青蒿素，中药麻醉药物，治疗气管炎的杜鹃类、牡荆类、热参等药物，抗肿瘤的三尖杉、喜树碱、靛玉红、莪术，组织培养狂犬病灭活疫苗，抗排斥药物、抗人胸腺淋巴细胞球蛋白及重要中药材天麻的培育等均具有较高的科学水平。

脉象学说、气血学说、四诊八纲及中医治则等中医理论和急腹症、肛肠疾病、四肢血管病、再生障碍性贫血等疾病的中医、中西医结合研究工作，也取得一定成果。在医史文献研究方面也进行了大量工作。

细胞生物学、分子生物学、免疫学、遗传学等基础理论和新兴学科生物医学工程等研究方面，近年来也逐步得到开展，并取得一定成绩。全国性的医学微生物菌种专业实验室，开展了大量的菌种保藏、菌株复合和全国菌种编目工作，并为全国生产与科研单位提供了近万株菌株。

卫生服务

卫生服务

影响健康的主要因素中除环境因素、生物遗传因素、生活方式外，卫生服务也是一个重要的因素。卫生服务是指卫生部门使用卫生资源向居民提供医疗、预防和康复服务的过程。卫生服务(health service system)是卫生领域中新发展起来的一门学科，主要研究：卫生事业的方针政策，为卫生事业改革提供科学依据；居民健康状况及人群医疗需要量；卫生资源的合理分配、使用原则和方法；卫生服务的数量及质量分析；医疗供应与需求之间的合理平衡；卫生资源和卫生服务利用之间的关系。目的是充分发挥科学技术和卫生资源的作用，最大限度地满足人民群众的卫生服务需要，努力提高卫生事业的社会效益及经济效益。世界各国在卫生服务研究领域中普遍关心的问题是：提高卫生服务的普及程度和增加群众接受卫生服务的能力，降低医疗费用及提高卫生事业的经济效益，努力提高卫生服务的质量。

在卫生事业现代化和社会化的形势下，单有生物医学技术成就，还不能保证取得良好的防治效果。必须要有良好的卫生服务的计划、措施、评价和现代化管理技术，有适宜的卫生服务组织、内容和方法，才能使生物医学技术发挥最大的作用，使有限的人力、物力和财力发挥充分作用，产生最好的经济效益和社会效益。

分类 卫生服务可分为四类：①卫生系统研究：将卫生服务中的投入量、工作过程、产出量及结果作为一个系统加以考察研究；也就是将人群健康状况、卫生服务需要量、卫生资源和卫生服务利用作为一个系统加以考察，研究上述各个成分之间的联系。②卫生工作研究：工作开发研究是评价卫生服务计划的进展，目标评价是研究计划目标的执行结果。③卫生服务效果评价。④卫生服务行为研究：研究人群卫生服务的心理及其对卫生服务的影响。

内容 卫生服务的内容包括：①社会因素对卫生系统的影响：卫生服务研究将卫生系统纳入社会系统之内，从宏观上探讨社会系统与卫生系统的关系，探讨卫生系统内部各组成部分之间互相协调，借以提高卫生事业的社会效益。②评价人群的卫生服务需要：了解人群的卫生服务，特别是医疗服务需要量及其影响因素。医疗需要是根据居民健康状况提出的对卫生服务的客观要求。人口特征、地理交通条件、医疗卫生网的配置、医疗保健制度以及患病的频率及严重程度对医疗需要量有重要影响。③合理分配和使用卫生资源：包括卫生人力、卫生机构、装备供应、知识和技术的开发利用。④研究卫生系统的组织结构：卫生部门和其他部门之间协调，群众志愿组织、工业企业卫生组织、私人卫生机构之间分工及协调。

⑤提供卫生服务的形式：初级卫生保健及第二级第三级卫生保健之间分工和联系。⑥卫生服务利用：了解卫生资源是否充分发挥作用以及卫生服务对人群健康状况的影响和人群医疗需要的满足程度。⑦分析卫生系统的经济活动：合理分配使用卫生费用及控制医疗费用上涨是卫生经济活动两项主要任务。⑧评价卫生服务的结果：评价卫生系统的工作成效，测定人群健康状况改善是最有说服力的证据。人群健康状况的改善往往是和社会经济发展及卫生服务一起发挥作用的，因此卫生服务评价要从组织结构、工作活动及效果（或结果）这三个方面联系起来研究。

方法 卫生服务的方法：①描述性研究：阐明卫生服务或健康现象在人群中的分布趋势及规律性，可以为制订卫生对策提供科学依据。从时间上考察卫生服务发展的速度及地区差别，分析卫生服务现状及水平。通过对不同部门、不同专业间分门别类的描述性研究，可以了解卫生服务的水平及特点，评价卫生服务的效果及效益。②分析性研究：阐明卫生服务的分布是描述性研究的任务，分析性研究的任务是进一步阐明影响分布的因素。③实验研究：以社会人群作为实验观察的对象，考察各项卫生服务对策的效果。干预试验是应用最为广泛的一种研究方法。④理论研究：应用数学模型从理论上阐述卫生服务与有关因素的联系及其规律性，应用定量研究方法阐述各变量间的函数关系，如人口预测模型、卫生人员及病床需要量预测模型等。⑤系统分析法：运用系统分析技术，定量描述卫生系统内部各要素之间的联系，用分析综合的方法提供若干备择方案，进行优化选择和可行性评价。⑥综合评价法：将研究人群健康状况、医疗需要量、卫生资源及卫生服务利用指标进行综合评价，作为评价卫生服务效果及效益，分配卫生资源的决策依据。⑦投入产出分析法。⑧发展预测法：从卫生服务的变化趋势及现状去预测将来的变化。

三级预防

促进健康和预防疾病可按其性质和任务分为三级预防（three—level prevention）。

第一级预防 又称病因预防。从根本上防止疾病及意外伤害发生，是预防医学的主要组成部分。要求采取综合性的社会卫生措施，针对疾病发生的生物、心理和社会因素，提出经济有效的预防措施，维护良好的生产生活环境，消除致病因素，切断各种致病因素对人体的作用，是第一级预防的主要任务。消除致病因素，控制和减少传染病的致病原，切断传播途径，通过预防接种提高人群免疫水平以及在生产环境中采取职业预防措施控制职业危害因素等称为特殊预防措施。做好环境保护工作，建立良好的劳动条件，改善居住及生活卫生设施，树立良好的行为生活方式，开展体育锻炼，提倡合理营养，重视心理健康及精神卫生，提倡卫生教育及倡导自我保健等也是重要的预防保健措施。此外，从优生学和遗传学角度出发，研究环境因素及生物遗传因素对健康的潜在威胁，对减少某些先天性疾病和提高人群健康素质也是重要的第一级预防措施。目前推广的四苗防六病、爱国卫生的内容、扩大健康教育等，都属于第一级预防。

第二级预防 又称临床前期预防。在疾病的临床前期作早期检测，尽可能早地发现病人，建立高度灵敏而可靠的疾病监测系统，如定期体格检查及疾病筛检以及群众自我检查等。大多数肿瘤通过早期发现及时治疗可以取得良好的治疗效果。为做好早期监测，应发展微量和敏感的诊断方法和技术。通过早期监测，做到早期诊断和早期治疗，还可以缩短疾病过程，提高疗效和减少费用，提倡早期用药，合理治疗，防止带菌和防止疾病转为慢性，不仅对个体治疗争取尽可能恢复健康，而且对防止疾病蔓延有重要意义。对不良的生活环境（特别是空气、水、土壤及食物的化学性、物理性和生物污染）和职业环境中存在的有害因素要通过经常性环境监测，在对人体引起轻度危害而没有造成疾病的状况时，及时采取防止措施，提出改善环境卫生的对策和措施，以便将疾病控制在萌芽状态。

第三级预防 即临床预防。对已患某些病者，要通过早期诊断，及时合理的治疗，以防止恶化及复发，防止劳动能力丧失。对慢性病患者要通过医学监护，预防并发症及伤残，减少疾病的不良作用。对已经丧失劳动能力或伤残者要通过康复医疗，提供社会卫生服务及家庭护理指导，开展功能性康复及心理康复，努力做到病而不残，残而不废，维持患者正常生活能力，参加社会活动并延长寿命。

社区康复

社区康复（community—based rehabilitation，CBR）是指依靠社区（城市街道、农村乡镇）的力量，包括残疾人本身和家属以及整个社区的力量，在力所能及的水平上采取各种措施，诸如医学的、家庭的、职业的、社会的康复，使多数残疾人可以就近得以恢复或补偿功能，以增强其参与社会的能力；同时，积极开展残疾的预防工作，防止残疾的发生和发展。

社区康复是总结"以院所为基础的康复"的经验后提出的。为使散在于城乡基层的大多数残疾人，能够享有康复服务，1978 年 9 月世界卫生组织和儿童基金会，在苏联阿拉木图召开初级卫生保健会议上发表的《阿拉木图宣言》中，提出康复工作也是初级卫生保健的一项任务。社区康复模式得到了国际上特别是发展中国家的赞许，现在已经在一些国家和地区逐步推广。据报告，约有 70%的残疾者可以在社区解决康复医疗问题，20%需送至县一级医疗机构，只有 10%需送省、市级康复医疗机

构。因此，社区康复工作，是为大多数残疾人服务的一项基本措施，它不仅符合经济效益，而且有重大的社会效益。

主要任务　大体可分为以下几种：①查清残疾：查出本街道、乡镇内的残疾发生情况，掌握残疾的人数、分布和种类等，并以此为依据，制定康复计划。②医疗康复：对残疾人进行家庭的或以卫生室（所）、卫生院为基地的康复功能训练，改善其生活自理能力、劳动能力。③职业康复：对残疾人进行就业辅导，给予职业培训，帮助解决就业问题。④社会康复：诸如家庭、道路、公共场所的无障碍设施，组织残疾人或和群众一起的文娱、体育活动等。⑤宣传教育：对于部和群众、残疾人及其家属进行宣传教育，使其能够正确对待残疾和残疾人，克服社会上歧视残疾人的心理，帮助残疾人增强生活和工作的信心。⑥残疾预防：结合初级卫生保健，开展残疾预防工作，如落实预防接种、提倡正确的生活方式、合理营养、预防意外事故、早期康复医疗等。以上各项任务，主要是依靠本社区的力量进行，措施和方法都应当以实用、易行、受益广为原则。大力研究、开发、推广适宜技术，为残疾人提供用得起、用得上的康复服务。

组织和业务网络　各个国家和地区的情况不同，社区康复工作组织也有差别。中国根据几个试点的初步经验，一般是在当地政府的统一领导下，按照行政隶属关系，成立三级的社区康复组织和业务网络。

组织网络　第一级：县（城市的区，以下同）一级社区康复组织，由主管县（区）长负责，由卫生、民政、劳动、教育等有关部门和群众团体组成社区康复工作领导小组或协调委员会。其职责是制订和组织实施本县（区）的社区康复工作规划、协调各部门的分工与合作、筹集资金等，通过行政干预、动员群众、业务技术指导等多种途径，推动全县（区）的社区康复。

第二级：乡、镇（城市街道）一级的社区康复组织，由乡长（街道办事处主任）、卫生助理、民政助理、妇联干部、卫生院院长以及残疾人代表等组成，其职责为制订和实施本乡（街道）的社区康复工作规划、筹集资金等；同时，选拔下属社区康复组组长，培训社区康复员。

第三级：村（街道居民委员会）一级社区康复组织，由村或街道居委会主任、乡村医生（街道红十字卫生员）、民政干部、残疾人家属和志愿人员组成村或街道的社区康复训练和职业康复等。

业务网络　县医院的康复医学科，包括康复评价、康复治疗、传统康复医疗几个方面，并负责培训本县的康复医疗业务技术人员，指导社区康复医疗工作。关键是需要配备受过较为系统教育的康复医师、康复治疗师（士），并与之相适应的房屋设施和仪器设备等。专业人员等条件不具备时，可以由临床各科医护人员兼任，在内科、外科特别是从事骨科、神经科、老年病科医护人员中选拔合适的人选，授以康复医学基本理论和技术，逐步在实践中提高、深化。县卫生防疫站、妇幼保健站（院）也应积极、主动地参与残疾的预防与康复工作。

乡（街道）卫生院是社区康复工作的枢纽，应有受过康复医学训练的医师（士）负责，主要任务是开展一些适宜的康复医疗；对乡村医生进行康复医疗技术培训和康复措施指导；对本乡（街道）的残疾人进行登记、建卡，做好康复手册记录，定期对残疾进行评价。

村（街道居委会）卫生室（所），由受过康复训练的乡村医生或红十字卫生员兼社区康复员的任务，指导、检查残疾人家属或志愿者的家庭训练员实施康复训练，帮助、鼓励残疾人进行康复锻炼。

中国社区康复工作，城乡有所不同，广大农村是和三级医疗保健网相结合；在大城市则作为隶属于民政部门的社区服务网的一项内容。近年来，随着推行初级卫生保健，许多省、自治区、直辖市从上到下相继成立了协调组织，这是发展社区康复工作的组织保证。

在发展社区康复工作方面，尚须探究的是：①社区康复需要多种康复措施，一两个部门是包不下来的，应当强调在当地政府领导下，有关部门和社会团体各尽其责，通力合作。民政部门有长期分管盲、聋哑等残疾康复的经验，又领导着数以百计的荣誉军人疗养院、福利企业和假肢工厂等，卫生部门与民政部门在康复工作上的密切合作至为重要。②中国幅员辽阔，人口众多，各地的经济、文化发展很不平衡。在推行社区康复工作时，应按需要与可能，分别不同地区，分阶段实施，经过试点，稳步发展。③社区康复工作内容广泛，涉及诸多方面，需要在实践中探索。

国际卫生

发达国家卫生事业

根据世界卫生组织1981年公布的资料，全世界共有37个国家属于发达的工业化国家，人口数有11.3亿，人均国民生产总值达6 230美元。现将主要发达国家的卫生事业状况按卫生行政管理体制、卫生政策、卫生保健制度、卫生资源作一概括的介绍。

美国 美国全称美利坚合众国，是一个联邦共和制国家，各州有自行制定法律和税收制度的权利。联邦政府设有卫生和人类服务部(DHHS)，负责分配卫生经费，协调与提供特殊人群的卫生服务，下设公共卫生署、保健资金筹集署、社会保障总署及人类发展服务署。州公共卫生局即是州的卫生主管机构，又是业务单位，负责本州居民的卫生、安全和福利事务及部分医疗工作。县一级也设有相应的卫生行政机构。美国的疾病控制中心(CDC)、食品药物管理局(FDA)及国立卫生研究院(NIH)是公共卫生署领导下主要从事预防医学和公共卫生的研究机构。这些研究机构为预防疾病和促进健康进行研究，提出在全国范围内的技术策略或立法的依据。在州(市)及县都不设相应的机构。卫生部门只是统一执行联邦研究机构所订的技术策略，故机构精简，工作效能较高。此外，还有直属总统的环境保护局，与卫生部门的工作相互配合。

60年代初期，美国人民要求改善对穷人和老年人的医疗卫生服务，促使政府于1967年通过了医疗照顾(medicare)及医疗救助(medicaid)法案。医疗照顾计划是美国联邦政府对65岁以上的老人提供的免费医疗服务制度。1982年又通过补充法律规定，凡65岁以上的老人如继续工作，其医疗照顾由所在企业单位负担，以图减少政府经费开支。医疗救助计划是由联邦政府和州政府共同负责的一项对低收入居民提供部分免费医疗服务。低收入的标准各州不一，享受救助的程度，根据收入的情况而定。这两项计划对美国的医疗保健制度影响很大。美国30%的卫生经费是由联邦政府开支的，政府可通过干预和投资从宏观方面来控制卫生服务。1973年美国又通过了健康维护组织(HMO)法案，对改变美国卫生服务的模式起了很大的作用。承包卫生这是新发展起来的一种集体医疗保健制度。HMO的组织形式可有多种多样，可聘用医生，与医院签订合同或自建新医院。群众自愿参加，交纳一定数量的保险金，属于预付性质的医疗服务，由固定医务人员为病人提供门诊、住院和预防服务。这种制度对控制美国医疗费用的上涨具有一定的作用，受到政府方面强有力的支持。

1983年美国联邦政府为了控制老年医疗照顾经费的开支，推行了一种按疾病诊断与收费的标准称为DRG制度，由政府按DRG规定的疾病诊断收费标准，向医疗单位付款，迫使医生在使用价格昂贵的检查项目和药物治疗时，取谨慎态度。目前DRG制度已被州政府和众多的保险公司所接受。

美国的医疗保健制度是多元化的。政府负责老年人、穷人、退伍军人及少数民族的免费医疗。政府对印第安人、爱斯基摩人地区的卫生服务直接拨款，由国家建造公立医院，雇用医生和护士。退伍军人医院(VA hospital)有些是精神病院，大多数是侧重于康复医疗服务的综合性医院。此外，还有州和地方拥有的大量公立医院和教学医院。

美国拥有3 000多个社区医院、教会医院或自愿捐助者的医院，这类医院为非营利的或慈善性质的医院，其财产和收入无需赋税。医院的财政支持靠市民自愿捐献。美国还有以营利为目的的私立医院，占全国医院总数的10.5%及总床位数的6.4%(1980年)。县以下单位没有预防工作系统，居民的公共卫生服务工作由临床医院及临床医师和公共卫生护士承担。

近十年来美国每年医疗费用按11%—16%速度增长。医疗卫生经费已占国民生产总值(GNP)的10%—11%。1986年已达5 000亿美元，平均每人每年医疗费用高达1 500美元，由个人直接支付的占32.4%，由第三者支付的占67.6%(其中联邦政府占28.7%、州政府占11%、私人保险公司占26.6%、慈善团体占1.3%)。

70年代美国卫生人力的增长速度很快，估计90年代有医师59.4万，每480人中有一名医生。在卫生人员结构上存在着严重不合理的现象，表现为预防和医疗的医师比例不合理，医师与辅助人员比例不合理，专科医师

与通科医师比例不合理，城市与农村地区分布上不合理。这和卫生经费的投资主要放在治疗上，专科医师的收入比通科医师要高，医师都分布在富人集居的地区有关。医师与辅助人员的比例仅为 1：1.9，不能最经济地组织卫生服务工作，提高了医疗成本。

美国现有医学院校 140 所，医学教育分成基础医学教育、毕业后教育及继续教育三个阶段。医学院校从经过 4 年高等教育取得理学学士学位的毕业生中招生，再在医学院内经过 4 年学习授于医学博士学位。医学院毕业后通过 1 年实习及考试，取得开业执照，成为通科医师。再经 3—4 年专科训练，通过考试授于通科医师证书。美国的医学教育贯穿终生教育思想，由医学院校、大医院和医学团体承办各种继续教育，只有不断接受继续教育，知识更新，才能保持各类专科学会会员的资格及不断更换医师执照的要求。美国的继续教育制度促使在职医师不断学习新知识、新技术，对于保持高质量的卫生队伍，起了重要的作用。

英国　英国由英格兰、威尔士、苏格兰和北爱尔兰四个地区（或称王国）组成，是一个君主立宪制的联合王国国家。英国推行福利政策，实行国家卫生服务制度。四个王国各有其独立的政治、经济、法律和教育卫生制度。以英格兰为例，最高卫生部门为卫生及社会安全部（DHSS）负责计划、决策和卫生资源的分配。英格兰王国下设 14 个大区（region）、90 个地区（area）及 192 个区（district），各级均有卫生部门，负责该地区卫生服务的计划、管理、资源分配及医学教学、科研和医疗预防工作。在区一级还设有社区卫生委员会，代表群众利益，向卫生当局提出社区卫生工作的建议。各级卫生部门还设立医学咨询委员会。

英国实行国家卫生服务制度，对居民实行免费医疗。近年来英国卫生服务的费用占国民生产总值的 6%左右。在发达国家中是比较低的。根据英格兰 1981—1982 年的统计，国家卫生服务经费共有 111 亿英磅，其中 87%来自国家税收，10%为国家卫生服务的收入。病人自己支付的仅占 3%左右。

英国的国家卫生服务制度采取社区的初级卫生保健、医院服务和社会工作三者相结合的方式。初级卫生保健主要有通科医师（GP）来完成。包括一般的内科治疗、牙病、眼病、劳损性疾病和药品等服务，通过健康教育和早期检测来改进卫生状况，促进身心健康，提供治疗、咨询和转诊，特别是出院病人的随访和治疗。在英国，97%的人都有自己指定就诊的通科医师，每个通科医师平均的服务对象约 2 000 余人。通科医师与家庭医师委员会签订合同和注册可以个体开业，或联合组成诊疗所，或在区卫生中心，或为工厂或保险公司服务。初级卫生保健工作除通科医师外，还有社区的护士、公共卫生护士或助产士参加。

除急诊外，一般专科治疗只有通过通科医师转诊才能在医院门诊或住院治疗。英国的医院约对 10%病人提供专科服务。全国有近 2 000 个医院，共有病床 36 万张。

英国的医师和护士由卫生部门雇用，而社会工作者则由地方政府雇用，执行政府对老年人的免费伙食供应和家务安排等社会福利工作。帮助解决儿童、老年人、残疾者及精神病患者在入院前后出现的各类社会问题。社会服务虽然不是由国家卫生服务制度来直接管理，但是它对促进初级卫生保健和社区卫生具有很大的作用。

英国的卫生保健制度主要是国家卫生服务制度，但也有自费医疗的服务作为免费医疗的补充。目前全国设有 2 400 余张自费病床，占总床位数 1%还不到，全年可治疗 30 万病人，这对缓和医疗供需矛盾，减少排队等候的时间，方便病人是有帮助的。国家卫生服务法案中还规定医师对自费诊疗者可收取服务费，鼓励高年医师参加有限的自费医疗工作。50%自费病例同时还享受着国家卫生服务，只是自费支付病床费，或通过非营利的保险计划来支付。迄今英国已有 6%的人口参加了医疗保险。

英国国家卫生服务的经费中，75%用于医院及社区卫生服务，22%经费用于通科医师的家庭服务。如按支出项目来看，75%经费用在支付医师及护士的工资，10%用在药品采购，6%为基建及添置大型设备，5%为管理费用。英国医师的待遇与其他国家相比是较低的。

近年来，英国医疗费用按每年 3%速度在不断增长。为了控制卫生经费的增长，英国已通过一系列管理措施来降低卫生服务的经费，如加强成本会计，控制病床数，缩短病人住院时间，开展质量控制。并拟定了短期、中期及长期控制卫生经费的策略。短期直接控制卫生经费的做法是改变过去自下而上提出预算的方式，改为由卫生部自上而下分配的方式。中期直接控制的做法是关闭部分效益低的医院，阻止医院的扩建，尽可能通过门诊手术、日间医院、初级保健或社区治疗，而不住院治疗，以减少医疗费用的开支。长期控制卫生经费的方法是通过控制人力资源的发展，减少医务人员数量。

英国的卫生人力分成两大类。一类是雇用服务，包括医师、专科医师、护士、公共卫生护士，另一类为合同制服务的通科医师、齿科及眼科医师等。据 1980 年统计，全英国有医院医师 32 000 余人，通科医师 22 000 人，各地分布极不均匀。按人口比例计算医院医师的每万人口为 5.8—8.3 个，通科医师每万人口 4.8—5.7 个。护士、助产士和公共卫生护士是国家卫生服务中数量最多的人员，约有 37 万人。

英国共有医学院校 32 所，隶属于 20 个大学，其中以英格兰最多，有 25 所。医学教育制度共为 5 年，分成医学基础 2 年及临床教学 3 年两个阶段，另外需要有 1 年时间在医院内工作方可登记注册成为正式医师。毕业后教育有两个方向，一种成为国家卫生服务的通科医师，经 3 年时间训练可独立工作。另一种成为医院内专科医师，专门训练的时间要长达 6—7 年。1972 年成立了毕业后医

学教育中央委员会，加强了研究生的毕业后教育。

英国医学学位制度非常严格，已成为资格考核、评级晋升的标准。除培养医学学士、硕士、博士生渠道外，在医院工作的医师还可通过临床实际工作及参加各专科学会的考试取得会员或院士的资格，如内科学会会员(MRCP)，皇家学会内科学会院士(FRCP)，皇家病理学会会员(MRCPath)，外科学会会员(MRCS)，外科硕士学位，皇家通科医学会院士(FRCGP)等。

医院护士中有25%被国家卫生服务制度所雇用。护士的学制分成二年制(SEN)及三年制(SRN)两种，通过国家考试后成为正式护士。

日本 日本由北海岛、本州、四国、九州等岛屿组成。全国行政区划分为都、道、府、县，以下为市、町、村。除有厚生省负责全国卫生医疗服务、社会福利服务、社会健康保险外，文部省体育局、劳动省的劳动基准局及环境厅亦共同承担全国的卫生保健工作。都道府县级的主管卫生部局，各地名称不一，有称卫生部、环境保健部、厚生部或福利保健部等，下设保健所，兼有行政及事业机构的性质，是预防疾病、促进健康和改善环境卫生等有关公共卫生活动的中心机构。市、町、村级设有卫生局(科、股)和清扫局。市、町、村一级的保健中心不属行政机构，是进行卫生服务的最基层机构。

日本国宪法中规定：提高和改善公共卫生，以及提高和改善社会安全及社会福利是国家的职责。第二次世界大战后，逐步制订了各种卫生立法，现行卫生法规110余种，地方政府又可根据地方自治法制订出各地的卫生法令。全国重要的卫生立法有卫生保险法、保健所法、公害对策法、传染病预防法、检疫法、上水道法、废弃物处理法、劳动安全法、学校教育法、医疗服务法、老人福利法、妇幼卫生法、精神卫生法、日常生活保护法等。

以前的卫生服务模式是仿效德国的，以后又受到欧美的影响极大。1946年拟定的新宪法中，规定人民健康是基本的权利，开展了有居民参加，由开业医师和助产士、护士为主体的有计划的保健活动，全面实行国家健康保险计划，整顿全国市、町、村的保健中心。近年来，厚生省贯彻新的国家卫生政策，鼓励并支持地方政府制订"社区卫生发展计划"，这是日本卫生事业迅速发展和取得成效的重要条件。

1961年日本实施全民医疗保险制度，全国99.5%的国民参加了各种不同的医疗保险组织。目前，日本有三种医疗保险组织：①社会医疗保险组织：又可分为两类，一类是以职工及其家属为对象，称为"职工健康保险"，另一类是以其他居民为对象的"国家健康保险"，前者有国家和地方公务员、公共企业及事业单位的职工参加，由政府或社团承办。后者包括市、町、村居民，个体劳动者及无职业者，由地方政府承办。②医院救助组织：主要是对贫民提供救助，除医疗保健外，还包括生活、教育、住房、职业和死亡等现金的救助。③对某些病种或障碍者的公共医疗保健组织：主要是对结核病、精神病及其赡养的家属的特殊补助。目前约有5 000多个不同的保险单位实施具体医疗保险业务。医疗保险金由个人、企业单位及国家和地方财政补助三方面组成，一般要求按个人工资的3—5%交纳，个人及企业单位各承担50%，职工本人的医疗费用，除自付一定的挂号费外，全部医疗费用可以报销。家属的医疗费用一般只能报销70%—80%。此外，还可领取因病缺勤一定比例的工资补贴。

日本卫生经费的开支，据1980年统计约占国民生产总值的5%，人均医疗费用已高达102 500日元。医疗费用占国民收入的6.18%。厚生省等所用卫生事业经费占国家总经费的18%左右，而地方卫生经费约占地方总经费的6%，其中预防保健费占59%。

日本的卫生机构有医院、开业诊所、保健中心(所)、疗养所等。医院分为普通医院及专科医院两种，日本的专科医院共有4种，即精神病院、结核病疗养所、麻风病疗养所和传染病医院。医院有国立、公立、合作医疗的及私人医院。1982年统计全国共有医院9 403家，140万张病床，平均每千人口11.8张。医院按自给资金原则，医院的经常性开支由医疗服务收入来负担。医院和门诊机构除承担医疗工作外，还须主动开展群众性卫生工作。1984年统计全国已有573个保健所(中心)，由国家负担1/3经费作为经营补助金。设备充实及扩建另有国库补助。可见对预防工作的开展是非常重视的。

据1985年统计，日本有医师19万人，平均每千人口1.58名医师。95.2%医师从事于医疗工作，43.8%拥有私人医院或诊所，诊疗设备现代化。病人可以任意选择医师和医疗机构，只要出示健康保险卡即可看病，这对医疗机构和医师间形成竞争机制，使病人就医方便，但也容易导致乱用医疗保健的现象。

护士有注册护士、公共卫生护士及助产士，1980年统计共有29.2万。在日本医药是分开的，每个诊所中都要有药剂师，1980年全国有药剂师11.6万，每千人口中有0.99名药剂师，这个比例数是相当高的。

日本共有80所医学院校，其中国立的占42所。医学生需经两年医预科学习，再接受4年医学教育，毕业后须经国家医学统考及格，取得行医执照后，还需做两年或以上的专科住院医师方可开业。医学博士研究生学制为4年。日本医学会(JMA)通过电视、电台、各种学科学术会议、培训班进行多渠道毕业后的继续教育。护士教育为3年制，招收高中毕业生。日本从社区保健和初级卫生保健出发，已将加强公共卫生护士的教育作为一项基本政策。

德国 全部资料引自原联邦德国。这是由10个州组成的联邦制国家，各州有其独立的国家地位。卫生事业实行联邦、州、区分级实施管理体制，对调动社会各方面的积极性，相互协调，监督发挥自主权有着重要的意义。联邦一级设有青年、家庭事务和卫生部(Ministry for

Youth, Family Affairs and Health)，负责青年、妇女、公共卫生、药品、卫生预防等项工作。还有联邦劳工及社会事务部，负责社会健康保险、劳动保护等工作。各州设有州卫生部，负责医院管理、学校卫生、口腔卫生等工作。通过联邦卫生部长会议、医学行政执行小组和各州执行小组取得各项卫生工作的协调和统一。在联邦和州两级还设有顾问团，即联邦和州的卫生委员会。

联邦政府和各州政府均享有卫生立法权。卫生事业管理特点之一是通过全面的卫生立法，使卫生政策法律化和制度化。主要的卫生法有医院管理法、医院财政限制法、疾病保险费用法、健康保险费用限制法、继续发展卫生保险法、劳动安全法、饮水法、疾病护理法等。

该国是最早的医疗保险制度创始国家之一，全国93%的人口参加了社会健康保险。社会健康保险包括多种保险，如疾病保险、工伤事故保险、养老金保险、失业救济保险、儿童津贴、孕妇保险等。社会健康保险可分为国家保险机构及私人保险机构两种经营。全体国家雇员、退休人员及临时雇工必须履行法律义务自愿加入保险，保险金通常由投保人、雇主及国家三方面承担。约占投保人平均工资的11.4%，一半由雇主支付。

工伤事故保险根据法律规定，各种职业的雇员必须加入，一旦发生事故后，要向受害者、亲属或赡养者赔偿损失。每个工厂、企业都有自己的同业工伤事故保险联合会，为职工提供工伤事故保险和终身养老金保险。

卫生经费由国家、国家保险机构、私人保险机构，以及社会救济（教会、慈善机构捐款）共同承担，约占国民生产总值的13.4%，1980年人均卫生经费为1 567马克。58.4%卫生经费用于医疗，30.6%经费用于康复，用于疾病预防的费用为6%，用于人员培训及卫生研究费用占1.5%。

根据1980年统计，共有医院3 234个，病床70万张。医院分成三类：①公立医院：由政府、社会保险机构创办，占全国医院床位数的52.2%。②非营利医院：由宗教慈善团体或各种基金会创办，占全国医院总床位数的35.4%。③私人营利医院：由私人或合资创办，占全国医院总床位数的12.4%。普通医院病床数占45.4%，专科医院病床数为54.6%，平均每千人病床数为11.6张。

门诊医疗工作由开业医师协会负责，可单独行医或集体行医。以护理工作为主的家庭医疗服务由地区社交站承担。每1万—5万人口设一个社交站，配备各类护理人员326名，进行基层保健工作，由政府提供资助。

急救医疗系统比较突出，侧重于社会组织的作用，如红十字会、汽车俱乐部消防组织。急救机构均由州卫生部负责管理。急救系统由急诊救护、急救医疗及协同工作的消防队三部分组成。

医学教育体制由联邦政府和州政府协调管理。联邦政府的文化科学部制订政策，掌握培训要求，州政府具体指导工作。高等医学院校大多隶属于综合性理工大学，1980年，全国共有医学院校27所，学生有78 000余人，学制为6年。"医师认可条例"规定修完全部课程，考试合格者，可给予行医执照。毕业后专科培养或是医学继续教育则由联邦医学会或州医学会组织和管理。普通护理教育一般为3年，分成护士、护士长、男护士、儿科护士、护士助理，都要经过一定时间学习，考试合格后发放执照，方可允许工作。1980年共有医师139 431人，其中通科医师占53.7%，专科医师占46.3%，平均每千人口医生数为2.27人。护士有262 711人，每千人口平均有护士数4.26人，医师与护士的比例为1∶2。

苏联卫生事业

苏联过去一直是由中央统一计划经济的国家，出生率平均为16‰，死亡率平均为10‰，婴儿死亡率平均为25‰，出生期望寿命男性67岁、女性73岁。总和生育率2.3左右。主要死因为心血管疾病、恶性肿瘤、呼吸系统疾病及意外事故。

医疗保健制度：苏联卫生事业是建立在生产资料公有制基础上的，是由国家统一规划和领导，以最大限度满足人民保健需要为目的的社会主义福利事业。由国家财政支出中拨出一定数量经费作为卫生费用的主要来源。大多数医疗机构属国家所有，实行国家社会保健，医务人员属于国家工作人员，由国家支付工资，主要并不依靠医疗业务收入作为经济来源，大多数的医疗服务是免费或部分免费。全部工人和国家工作人员免费享受社会保险，包括个人退休金、对年老和单身母亲的补助、对老年人和丧失劳动力者的每月补贴、安家津贴等。

卫生工作的基本特点：①国家统一管理。即各级卫生机构分别由中央及地方各级政府部门负责管理，各级政府卫生部门都必须对治疗和预防疾病，对人民健康承担全面的责任。②预防为主。包括控制环境及职业有害因素，防止传染病扩散，妇幼保健以及对病人的早发现、早诊断、早治疗。卫生机构分成两类：一类主管疾病的预防和治疗，一类主管卫生和流行病学工作。主要的医疗预防机构以区域地段为基础的诊疗所和门诊部。对儿童实行免费的高质量的医疗预防保健，从出生到14岁期间持续进行健康检查，并重视围生期的预防保健。妇女保健也给予一定重视。全国有1万个以上的妇产科专科门诊单位，为孕妇和妇科病人提供治疗、预防和社会保险。在1976年为1.07亿以上的人进行了预防性普查。③广大群众关心并参加卫生工作。卫生宣教特点在于它与共产主义教育任务有机地联系在一起。

存在的主要问题：①医务人员有固定收入，但医疗服务效率较低。②卫生资源利用不高。③医疗技术发展受限。由于缺乏竞争，对医疗设备更新技术的采纳不敏感。

发展中国家卫生事业

发展中国家主要指二次大战前后取得政治独立的亚、非、拉108个国家，有18亿人口，占世界总人口的49%，其中包括31个最不发达国家。

社会经济及卫生状况：这些国家由于长期遭受帝国主义、殖民主义、霸权主义的残酷掠夺，经济文化非常落后，劳动条件恶劣，物质生活贫乏，卫生状况较差。成人识字率约55%。出生率平均在40‰，死亡率平均约在20‰，婴儿死亡率平均在100‰—200‰，出生期望寿命约55岁。主要死因为传染病、寄生虫病和呼吸系统疾病。营养供应不足，每人平均热量只有10 042 kJ (2 400 kcal)左右。发展中国家近三分之二的人口得不到任何长期的卫生保健，且卫生保健的绝大部分资源集中在大城市。用于卫生事业的经费只占国民生产总值1%左右。专业人员缺乏，每10万人中医务人员数为100人，最少的仅12人。安全供水率只达31%。这些国家人口自然增长率达20‰以上。

医疗保健制度：发展中国家的医疗保健制度大体上分为两类。一类是由国家资助的慈善团体、宗教团体和自费医疗相结合的医疗制度，另一类是国家保健方式，从国家税收中分配一定的资金作为卫生经费。在一些经济情况较好的发展中国家，近年来，国家卫生事业的比重正在逐渐加大。

卫生服务：医疗点、保健站、卫生站等初级卫生保健是发展中国家的基层卫生服务的关键。医疗点是最简单的医疗机构，位于农村和边远山区，完全由初级医务人员服务。当地居民在医疗卫生点得到初级医疗。这些岗位还负责执行卫生宣传工作、妇幼保健、环境保护等。医疗站位于农村地区，由通科医生和辅助人员服务。医疗站上属机构一般是健康中心，位于小镇和城市，有些中心还有床位。提供住院服务的基本医疗机构是医院。大医院一般在首都、行政中心和大城市。最高水平的专科医生在省医院里。同时那里也集中了大量的医务人员。医师分布极不均匀。如阿根廷首都平均270人有1名医生，其他地区则每1 000人才有1名医生。

卫生人员问题：由于医生分布不均，人口增长过速，历史原因造成的医学教育发展缓慢，人才外流严重，使得发展中国家医生缺乏。其中较突出的是中级卫技人员缺乏。故目前各国采取了以下一些对策：扩大中级医务人员的培养，以便让护士来承担本来应由医生提供的医疗服务，以弥补医生不足。这在农村具有现实意义。通过立法措施，限制医务人员外流。修订教学大纲，使医务人员培养更加符合各国卫生事业的实际。提高卫生事业中公有成分的比重，以便有组织地开展医疗预防与卫生防疫等服务。

世界卫生组织

世界卫生组织(World Health Organization, WHO)是政府间的独立组织，通过特别协定同联合国建立关系，联合国宪章中称为"专门机构"，它是其中最大的一个。成立于1948年4月7日，随后在日内瓦召开了第一届世界卫生大会。53个国家派代表参加大会。会议决定其总部设在日内瓦，以后每年4月7日为世界卫生日，现有166个成员国。

宗旨 使全世界人民达到尽可能高的健康水平。所指的健康是指"身体、精神和社会的完满状态，而不单是没有疾病或虚弱" (见"健康"条)。

任务 主要有：提供世界范围的服务来增进人的健康，与成员国在卫生工作方面进行合作，并协调生物医学的研究工作。它面向所有国家的服务，包括：关于国际性重要疾病发病情况的每日情报服务，公布国际病、伤、死因表，监督有害的药品反应，制定抗生素和疫苗等的世界标准。应各个国家请求提供的援助，包括支助各国防治疾病、训练卫生工作人员和加强卫生机构的方案。在生物医学研究方面进行合作的一个例子是研究6种普遍流行的热带疾病的特别方案，这6种疾病是：疟疾、麻风、血吸虫病、丝虫病、利什曼病和昏睡病。世界卫生组织设想在这些疾病的流行地区建立国际研究网。开展与其他国际组织合作，促进医学教育卫生人员培训。

1977年第三十届世界卫生大会决定，WHO的各国政府的主要卫生目标是"2000年人人享有卫生保健"。1978年在苏联召开的世界卫生组织与儿童基金会大会上，发表了实施初级卫生保健的阿拉木图宣言。1979年第三十二届世界卫生大会通过了"2000年人人享有卫生保健"的全球策略的决议，强调了发展初级卫生保健是达到上述目标的关键。

组织结构 (1) 世界卫生大会：它是WHO最高权力机构和决策机构，每年5月在日内瓦举行，大会主要任务是审议总干事工作报告；该组织的规划和预算；讨论接纳新会员国以及其他重要的政治和业务问题。

(2) 执行委员会：是WHO的最高执行机构。每年举行两次会议。任务是建立该组织的工作方针、政策；审议常设机构的工作；拟定计划预算草案；拟定卫生大会议程等。

(3) 秘书处：为WHO的常设工作机构。总干事是秘书处的行政和技术首长。由卫生大会根据执委会提名选任。总干事下设副总干事及助理总干事。

(4) 地区组织：WHO分6个地区委员会及地区办事处。非洲区办事处设在布拉柴维尔；美洲区办事处(原为泛美卫生组织)设在华盛顿；东南亚区办事处设在新德里；西太平洋区(西太区)办事处设在马尼拉；欧洲区办事处设在哥本哈根；东地中海区办事处设在亚历山大。中国

属西太区。地区办事处主任由该地区委员会提名，由执委会批准任命。

(5) 驻国家代表或规划协调员：由WHO地区办事处派驻在同该组织有技术合作活动或有该组织援助项目的国家或地区，代表WHO协调它与政府卫生当局的关系，协助技术合作项目的执行。督促检查该组织派出的专家顾问的日常工作。1981年5月WHO在中国设办事处，并委派一名协调员常驻北京。

(6) WHO的专业组织：有顾问和临时顾问，平均每年达600—700人。专家咨询团和专家委员会、咨询团共有47个，应聘的专家咨询团成员达3 000人。全球和地区医学研究顾问委员会，为WHO发展生物医学研究的最高咨询机构。WHO合作中心是WHO与成员国合作开展生物医学研究的一种组织方式，现在已有10多个国家近600个生物医学研究机构被WHO指定为该组织的合作中心。中国已与WHO建立了50个合作中心。

规划与经费　WHO的工作规划分为中期规划和年度规划，中期规划周期为6年，确定总任务、工作方向和方针政策。两年一度的规划预算分为全球级、地区级和国家级。

WHO的经费来源有两个方面：一是成员国交纳的费用(正常预算)，另一是泛美卫生组织、促进组织志愿基金、联合国系统(联合国开发计划署、世界银行、人口活动基金会、儿童基金会、管制滥用麻醉品基金、环境规划署、救灾协调专员、难民事务高级专员办事处)提供的捐款及其他收入，构成"预算外基金"。

主要工作　WHO主要从事国际公共卫生工作。回顾WHO 40年的历程，其中最重要的工作有三种：第一是在宪章中给健康下了定义；第二为全球消灭了天花；第三是提出了"2000年人人享有卫生保健"的战略目标；WHO调整了各项工作的方向，使之为这一目标服务。为实现这一目标，WHO提出了四项基本的工作策略，提供给各国政府参考：①技术方面采用适宜的技术。所谓适宜，不一定是最尖端的技术，而是科学上合理的，从社会角度是可取的，从经济上是可以得到的。②从政治上希望改善卫生保健，以保障人们享有经济上欣欣向荣，社会上有保障的生活。③卫生部门与其他关键性部门的合作。例如教育、农业、工业和信息。④社会和每个人参与探索更好的健康，人人为了2000年享有卫生保健。

围绕这一目标，WHO目前开展的具体工作有：①发展全面的卫生规划：提倡采用简单适用、经济合理的方式来拟订、发展和管理卫生规划。②传染病的预防和管理：如霍乱的流行病学监测，建立流感国际监测网。制订控制腹泻特别计划，推广口服补液治疗措施等。③非传染病的防治：对肿瘤、心血管病、遗传病、口腔卫生、精神卫生的防治与研究。④预防、诊断、治疗药物方面：制订药物政策和管理计划，进行药物质量控制，提高生物制品、化验技术的质量。⑤环境卫生管理：推广安全供水的实施措施，建立全球大气和水质监测网，制订国际饮用水标准。⑥家庭卫生和计划生育：同各成员国合作，加强妇幼保健，改善居民营养，开展卫生教育，提倡母乳喂养，推广预防接种，以降低孕产妇和儿童的死亡率。⑦发展卫生服务：主要是大力推行初级卫生保健，发展传统医学，推广适宜卫生技术。⑧发展卫生人力资源：协助各会员国拟订卫生人力发展规划。⑨卫生情报和文献服务：根据申请帮助会员国建立和改进卫生统计，收集、综合、保存和发放各国死亡率和发病率统计，及时传播有关卫生方面的新闻。⑩出版世界性卫生刊物：计有13种刊物。

国际红十字会

国际红十字(International Red Cross, IRC)会是由红十字国际委员会(International Committee of the Red Cross, ICRC)、红十字与红新月协会联盟(The League of Red Cross and Red Crescent Societies)、各国红十字会和红新月会组成。

国际红十字会是在1864年8月22日在日内瓦签订了第一个"改善战地陆军伤兵境遇"公约后被正式承认的。总部设在日内瓦，现有成员国131个，国际红十字大会每四年举行一次，协调红十字国际委员会，红十字和红新月协会联盟和各国红十字会的工作。国际红十字大会不得处理政治问题，也不得当作政治辩论的讲坛。国际红十字会的常设委员会，由9名委员组成，通常每年召开两次会议，主要任务是协调红十字国际委员会和协会联盟的工作，必要时常设委员会主席、国际委员会和协会联盟主席可举行三方会议，研究有关国际红十字会的重要问题。

国际红十字会的主要活动是讨论有关日内瓦公约问题，促进和维护世界和平，如红十字与和平、红十字与裁军、禁止使用大规模毁灭性武器等。

中国红十字会　1912年1月15日得到红十字国际委员会承认。1919年7月8日中国红十字会又正式加入红十字与红新月协会联盟。新中国成立后，1950年中国红十字会进行了改组，再次得到承认。50年代后中国曾多次担任执行理事会委员，与国际红十字会进行各方面的友好合作，多次捐款支援红十字国际委员会的人道活动。1979年自卫反击越南侵略战争结束，双方交换战俘时，该组织曾派代表协助交换工作，并对中国优秀护理工作者，颁发第29次南丁格尔奖章。1979年红十字与红新月协会联盟捐赠支援中国接受的26万印支难民，1980年后又多次支援中国四川、陕西等省的地震和特大水灾的救灾工作。

红十字国际委员会　19世纪中期，欧洲战争连绵，为解决各国伤员的治疗和救护，1863年成立了"伤兵救护国际委员会"，是世界上最早成立的红十字会组织，系瑞士民间团体。1880年改名为"红十字国际委员会"。总

部设在日内瓦，现任委员19人，每年开会一次，讨论方针任务，修改章程，选举主席、副主席和委员会委员。大会闭幕期间由执行局领导日常事务；执行局由7名成员组成。在世界各地区派有常驻代表，该组织的经费主要来自日内瓦公约签字国政府的捐款、瑞士政府资助和各国红十字会的捐献。

红十字国际委员会是第一次日内瓦公约的发起单位，也是红十字会的创建组织，各国新建的红十字会都需经它正式承认才能成为红十字的一员。该组织宗旨是解决战争中武装冲突的双方武装人员和难民的保护和救济，其中立地位一直得到世界各国的承认。主要活动有探视战俘、交换伤员、救济受战争影响的难民营、战俘拘留营和监狱。

红十字与红新月协会联盟　1919年5月5日在法国巴黎成立红十字协会，它是各国红十字会与红新月会的国际联合会，是一个非政府、非宗教性质的人道主义团体。1983年10月改名为红十字与红新月协会联盟。加入该联盟的团体会员有131个，使用红十字标志的有109个，使用红新月标志的有21个，同时使用红十字及红新月标志的有1个。目前共有会员23亿人，总部设在日内瓦，每两年召开大会一次；执行理事会，每年举行两次会议。该组织主要活动是通过人道主义工作，促进和维护世界和平；对国际上自然灾害的救济起协调组织作用；对因自然灾害而外流的难民进行救济；通过干部培训，技术援助，鼓励各国红十字组织成员发展义务输血服务工作。联盟在法国马赛、新加坡、智利圣地亚哥、巴拿马运河区设立四处物资仓库，以便就近向灾区运送紧急救济品。联盟还有国际救灾预备队，可协助受灾国进行抢救活动。

联合国开发计划署

联合国开发计划署（简称开发署）（United Nations Development Programme, UNDP）是联合国系统内最大的一个多边技术援助和投资合作的组织。1965年由联合国大会创始，由原来的联合国特别基金（UNSF）和联合国技术援助扩大计划基金（EPTA）两部分合并而成。前者在1959年形成，其资金为自愿捐献，帮助发展中国家吸引公共和私人资金。后者创立于1949年，由美国总统宣布向"技术援助方案"捐献，旨在刺激各国经济及社会的发展。

该署的领导机构是管理理事会，由48个理事国组成，任期3年。中国于1972年参加开发署活动并成为理事成员国。总部设在纽约。总部设秘书处及5个地区局（亚太、非洲、拉美、中东、地中海和欧洲地区），还在114个国家和地区设常驻代表处。开发署驻各国代表代表了所有联合国系统促进协调各组织活动及各种双边活动。

主要活动：开发署是联合国技术援助方面的计划管理机构，援助项目是无偿的。由联合国技术合作发展部（UNDTCD）、联合国工业发展组织（UNIDO）、联合国人口活动基金会和世界卫生组织等35个国际机构具体实施和资助。迄今已有150余个发展中国家为了优化地利用国内资源、扩大生产力、改善生活条件与开发署进行合作。得到开发署援助技术合作项目已有6 500多个，总投资额达84亿美元，其中由开发署投资的占38亿美元，其余差额由被援助国家投资。

凡由开发署援助的项目，需由三个方面参加，即联合国开发署、参加的被援助国家以及由一个或数个联合国系统的具体机构来执行和管理项目的投入。发展中国家首先应该根据需要，优先确定需要援助的项目，提出项目设计、投入及人员。开发署的作用是帮助发展中国家动员资金投资，优先发展应用技术研究的设施，扩大和加强教育和训练系统，传播新技术，发展计划及管理能力。在各个经济和社会领域中，促进各国的独立自主，开拓发展中国家间的经济技术合作。

迄今，联合国开发计划署在中国已援助了200多个项目，总资助金额达6 820万美元。援助项目主要是搞"投资前活动"和"技术合作"，已派遣了500名专家进行发展项目的可行性考察，担任技术指导或顾问，提供了近600名人员培训及考察组出国进修。有16个联合国组织机构参加了援华项目，主要的有建立国际经济信息中心、水坝、淡水养鱼、洪水预报、乙型肝炎疫苗、针灸、卫生管理等技术合作项目。

联合国人口活动基金

联合国人口活动基金（United Nations Fund for Population Activities, UNFPA）是援助发展中国家人口计划的最大的一个国际活动。1945年联合国成立后对人口问题给予很大关注。1947年设立人口委员会。从50年代到80年代，世界人口由25亿增加到50亿。1966年联合国大会通过决议号召联合国及国际组织在人口问题上提供技术援助。1969年成立联合国人口活动基金。

1972年联合国大会决定联合国人口活动基金的理事会由联合国开发计划署理事会兼任。

联合国人口活动基金（会）的主要任务是帮助各国政府制订和执行人口政策。提供的援助项目包括九个方面：①基本资料收集：人口调查，生命统计登记。②人口动态：动态资料分析，动态预测，人口趋势，人口动态与社会经济变量间关系。③人口政策的制定、评价。④计划生育：计划管理、实施系统、计划生育技术。⑤人口政策和计划的执行：法律与人口、妇女状态、经济政策，以及发病率、死亡率、人口迁移、绝育对人口趋势的影响。⑥通讯与教育：激励计划生育、学校人口问题的教育及校外活动项目。⑦特殊项目：妇女、儿童及青年、老年、残废人等。⑧多部门活动：人口会议、图书情报、人员培训等。其中以计划生育的工作任务最为重要。

联合国人口活动基金的来源是由各国政府志愿捐献的。主要捐献国是美国、日本、联邦德国、荷兰、英国、挪威、瑞典、加拿大、丹麦等。该基金是一项信托基金，用以补充联合国经常预算和联合国开发计划署为人口领域工作所提供的资金。1982年基金总额为1.44亿美元，31.8%基金用于计划生育，23.4%用于收集基本人口资料，12.5%用于通讯和教育。基金会提出，凡符合下列条件的国家应列为优先援助的国家：人均收入每年低于400美元，年人口增长率或生育率为2.75%，婴儿死亡率为176‰，可耕地区人口密度每公顷大于2.2人。

1979年起联合国人口活动基金对中国进行援助。1980年6月联合国开发计划署理事会提出1980—1984年援助中国5 000万美元计划。具体项目包括：1982年人口普查，人口动态研究的训练及调查，人口教育，训练计划生育的人员，妇幼卫生及计划生育的研究，公共宣传教育，统计及评价，围生期保健，避孕药物的生产。每年年初由中国政府、联合国人口活动基金及有关执行机构三个方面对20多个援助项目进行评估，年中进行一次年度回顾。迄今联合国人口活动基金已向100多个国家和地区提供援助，资助了2 000多个项目。近年来，中国与联合国人口活动基金进行了卓有成效的合作，对中国人口和计划生育工作起了积极的作用。

联合国儿童基金会

联合国儿童基金会(United Nations Children Fund)是联合国"特别援助"活动之一，成立于1946年12月11日。联合国大会决议为向第二次世界大战后受难的儿童提供紧急救济，成立联合国国际儿童紧急基金(United Nations International Children Emergency Fund, UNICEF)。1950年将基金会任务转向对发展中国家儿童的长期援助。1953年联合国大会决定改名为联合国儿童基金会，但仍沿用UNICEF简称。

根据人道主义及发展目的，联合国儿童基金会与发展中国家合作，根据联合国大会1959年通过的儿童权利宣言，保护每一个儿童享有的权利，援助有关国家计划和发展以社区为基础的低廉的妇幼卫生服务、营养、清洁的水源及环境卫生和教育、社会服务。在自然灾害或疾病流行时帮助母亲和儿童克服困难。紧急救济还包括长期的康复计划。根据多年工作经验，80年代以来儿童基金会提出了一套革命性工作方法，称为儿童生存和发育的革命(CSDR)，强调采用简单、价廉、易被广大群众接受的一些措施，诸如人工喂养、儿童生长发育监测卡、腹泻病例口服补液、计划免疫来拯救千百万儿童的生命。

联合国儿童基金会是一个自治基金组织，完全依靠志愿捐献来筹集资金。70%基金来自于各国政府资助，其余由团体和个人捐助。

联合国儿童基金会共有41个成员国。领导机构为执行局。负责制定政策、回顾项目及批准预算。现有执委30名，任期3年。总部设在纽约。1980年4月中国当选为执行局成员国。联合国儿童基金会对117个发展中国家和地区提供了援助。

联合国儿童基金会对中国的援助起始于1980年。1980—1983年间共援助1 860万美元。主要项目包括四个方面：儿童营养、免疫与儿童卫生，建立冷链系统，学前及校外教育及经验交流。资助出国考察及进修并接待第三世界官员访问和学习。具体援建的项目有建立儿童发展中心及儿童急救中心，包括建立情报信息中心，收集和分发有关儿童统计资料，特别是帮助边远农村及少数民族地区培养儿童保健人员，改进儿童食品和保健的方法。

联合国教育、科学及文化组织

联合国教育、科学及文化组织(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO)简称教科文组织。于1946年11月4日在已有21个签署其组织法的国家向联合王国政府交存接受书后成立。

宗旨：增进各国在教育、科学、文化和交流方面的合作，以促进对正义、法治及联合国宪章确认的全世界人民不分种族、性别、语言或宗教均得享受的人权和基本自由的普遍尊重，以期对世界和平与安全作出贡献。

为实现其目标，教科文组织执行两条并行不悖、互相补充的行动路线：在其职权范围内进行智力方面的国际合作，以及开展促进发展的业务活动，这包括社会、文化及经济诸方面。

这一行动大致分为以下几类：普及并指导教育，使各国人民更有效地掌握自己的发展事业；协助各国建立科学技术基础，使各国均能更好地利用自己的资源；鼓励民族文化价值准则并保护文化遗产，以便从现代化得到最大的利益，又不丧失文化特性和多样性；发展交流促进情报的均衡交换，发展汇集全世界知识的情报系统；发展实现人权、正义及和平的工具——社会科学。

组织机构：大会，由成员国代表组成，每两年举行一次会议来决定教科文组织的政策、计划和预算。执行局，由大会选举45名成员组成，每年至少举行3次会议，执行局负责监督大会通过的计划的执行。秘书处，由一名总干事和一批国际工作人员组成，负责执行计划。总部设在法国巴黎。

1978年7月17日中国教育部与联合国教科文组织签定协议开展全面的合作计划。联合国教科文组织作为联合国开发署15个资助项目的执行机构，共援助800万美元。在教育方面联合国教科文组织执行7个项目，帮助中国中学及大学教育方法的现代化，改善少数民族的教育及加速外语教学。1979—1981年间联合国教科文组织还给中国200名奖学金名额。

在科学研究方面该组织还对中国的遥测、地理化学、地震预测等项科研进行资助。在文化方面为中国有关剧院购置音响设备，出版介绍中国文化政策、国画等书刊。1982年联合国教科文组织的专家来华与中国社会科学院发展合作项目，提供科研基金，收集社会科学方面的有关信息。

联合国粮食及农业组织

联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations,FAO)又称粮农组织。起源于大西洋宪章所表达的所有国家的所有人民均能免于匮乏地生活这一愿望。于1945年10月16日，在加拿大魁北克签订章程并成立。

宗旨：提高营养和生活水平；实现农、林、渔业一切粮食和农业产品生产和分配效率的改进；改善农村人口状况，从而为发展中的世界经济作出贡献，并确保人类免于饥饿。

为实现上述宗旨，粮农组织促进各国基本土壤和水利资源的开发，并鼓励为各国农产品建立稳定的国际市场。粮农组织开展的活动包括：促进全球范围作物新品种的交换，向世界各地传播先进技术；在许多国家防治牛疫等牧畜流行病；促进海洋资源的开发和利用；在营养和食物管理、控制土壤侵蚀、森林更新、灌溉工程、控制仓储粮食虫害以及化肥生产诸方面提供技术援助。

国际免于饥饿运动发起于1960年1月1日，原计划开展5年，后来决定无限期延长。在粮农组织的领导和各国政府、联合国及其有关机构以及非政府组织的合作下，免于饥饿/开发行动运动力求使人们普遍认识饥饿和营养不良的问题，进一步推动对这些现象进行的斗争。国家一级的委员会在近100个国家中积极进行工作，使运动得到进一步开展。

组织机构：大会，由成员国各派一名代表组成，每两年举行一次会议来决定粮农组织的政策，批准其预算和世界性工作计划。

理事会，由大会选举42个成员国的代表组成，代表全体成员国进行工作，对大会负责。在大会休会期间，理事会是粮农组织的管理机构。

总干事，由一批国际工作人员协助工作。总部设在意大利罗马。

粮农组织与世界卫生组织合作制订食品卫生标准，如组成联合委员会，提出制订食品中农药残留量和食品添加剂的报告，在WHO的技术系列报告发表。

1977年粮农组织与中国开始建立关系，通过技术合作计划(TCP)及联合国开发署(UNDP)在不同技术领域中共援助中国50个项目，特别是通过改进蔬菜及动物制品，开发奶制品及纯化油类及食品市场等项目，使大城市的人口可得到更好的平衡膳食。根据1979-1983年资料，该组织对中国的援助已达1 323万美元。

联合国环境规划署

联合国环境规划署(United Nations Environment Programme, UNEP)是1972年由第一次联合国人类环境会议的建议而成立的。该会议于1972年6月在斯德哥尔摩举行。来自110个国家的约1 200名代表参加了这次会议。会议为采取国际行动制定了蓝图。

会议通过了人类环境宣言，这是第一个关于保护人类生境的国际原则声明，宣布了人类有权享有优良的环境，有责任为后代保护和改善环境。宣言申明，各国有责任确保其活动不致对其他国家的环境引起损害，各国应互相合作，发展关于国家对由于其活动在国界外造成的污染和其他环境损害的责任与赔偿问题的国际法。宣言还申明，环境政策应增进发展中国家的发展潜力，而不应对它有不利的影响。

会议通过了一项行动计划，包括106项建议，要求各国政府和国际组织采取保护生命、控制人造污染物的污染、改进城市和其他人类住区的措施。这一行动计划包括一个全球监测方案，称为"地球监察"，这个方案是要查明和估计具有世界范围重要性的环境问题和预报即将来临的危机。

环境规划署是大会的执行机构。大会设立了一个58国环境规划理事会、一个由联合国机构领导人组成的环境协调委员会、一个自愿认捐的联合国环境基金和由一个执行主任领导的秘书处。中国自1973年起，一直是理事会成员国。1976年中国向环境署总部内罗毕派出常驻代表。

到1977年为止，这个基金已经或正在为250多个项目提供资金，其范围有：海洋污染，土壤退化和沙漠化，城乡住区的生态学，不同能源的环境影响，自然灾害和环境管理。

环境规划署的全球环境监测系统的目的在于探测人为的或自然的、可能危害人类幸福的即将来临的环境变化，以便为各国政府立即采取防范行动提供依据。国际查询系统是一个环境情报和专门知识的世界资料网。可能有毒化学制品国际登记中心保持着一个庞大的档案系统，掌握对几千种可能危害环境的化学制品的详细情报。

在环境规划理事会的建议下，大会决定从1975年1月起建立联合国环境和人类住区(生境)基金会，置于环境规划署的权力之下。基金会的主要目标是提供技术和财政援助，旨在加强有关改进人类住区的国家环境方案，尤其是发展中国家的方案。

环境规划署的总部设在内罗毕。

国际劳工组织

国际劳工组织(International Labor Organization,ILO)又称劳工组织,于1919年4月11日成立,该日为其宪章作为凡尔赛条约第十三篇通过之日。联合国成立后,1946年作为第一个与联合国建立关系的14个专门机构中最早的一个。其宗旨是:促进社会正义,从而为建立持久和平作出贡献;采取国际行动改善劳动条件,提高生活水平,促进经济和社会的稳定。

为实现上述宗旨,劳工组织把政府和劳工、雇主三方聚集在一起,对国际最低标准提出建议;并起草有关下列题目的国际劳工公约:人权,结社自由,工资,工时,最低就业年龄,各类工人的工作条件,工人补偿金,社会保险,带薪休假,工业安全,就业服务以及劳动视察。劳工组织与有关政府合作,提供范围广泛的技术援助。

组织机构:大会,每年举行会议,由包括两名政府代表外加一名雇主代表和一名工人代表的各个国家代表团组成。大会的首要职能是拟订确立国际社会标准的公约。

理事会,由56名理事组成,包括28名政府代表(其中12名为主要工业国家代表),14名雇主代表和14名工人代表。理事会监督国际劳工局和劳工组织各种委员会的工作。

国际劳工局,即大会和理事会的秘书处。劳工局收集和散发情报,应各国政府请求协助草拟以大会决议为基础的立法,执行劳工组织的技术合作方案,进行专题调查,并提供机构以协助有效地实施公约。总部设在瑞士日内瓦,目前共有146个国家的政府、雇员和工人参与ILO的活动。中国是该组织的创始国之一。1971年11月16日,该组织第184次理事会通过恢复中国合法权利的决议。中国于1983年夏恢复了在该组织的活动。

工作方式:包括:①论文、研究和会议。出版的论文集,选题广泛,旨在阐明劳工问题,指示解决方法以及制订解决问题的行动计划。并有多种定期刊物如《职业妇女》、《劳工情报资料》和《劳工教育》等。②国际标准及其实施监督。自1919年至1980年共通过153项公约和162项建议。③技术合作。

保护工人免遭"因工作而引起的疾痛、疾患和伤害"是ILO宪章所赋予的基本任务之一。1950年与WHO召开第一次会议,确定职业卫生的任务。ILO对职业卫生与安全,看为一个问题的两个方面。其工作与其他政府间的机构特别是WHO进行密切的合作。ILO曾编著《职业卫生与安全百科全书》,是世界上第一部劳动保护百科全书,中国也出版了中文版。

世界银行

世界银行(World Bank, WB)或称国际复兴开发银行(International Bank for Reconstruction and Development, IBRD)。世界银行及其附属机构国际开发协会(International Development Association, IDA)两个财团实体共同组成世界银行集团。

1944年7月在美国布雷顿森林举行联合国货币金融会议,通过了"国际复兴开发银行协定"。1946年6月25日世界银行正式开业。1947年起成为联合国一个专门机构。截至1986年6月,共有151个成员国。

国际开发协会成立于1960年,对有关国家执行世界银行贷款。这两个机构是一套人马,两块牌子。只有参加国际货币基金组织的国家才能成为世界银行成员国。

世界银行的宗旨:促进生产目的的资本投资,以协助成员国领土的复兴和开发;促进外国私人投资,在不易以合理条件取得私人资本的情况下,动用自身筹集的资金及其他资金提供生产目的的贷款,以补足私人投资;鼓励用于开发世界银行成员国生产资源的国际投资,以促进国际贸易的平衡增长以及维护国际收支平衡。

世界银行发放发展经济设施的贷款,以促进用于生产目的的国际资本流通。银行可向成员国及其政治分区或其境内的私人企业贷款。如借方不是政府,须由有关成员国政府作出担保。银行的援助不仅限于发放贷款,它还向成员国提供广泛的技术援助服务。

组织机构:理事会,由每一成员国任命理事和副理事各一人组成。银行的一切权力归理事会,理事会通常每年举行一次会议。执行董事,现共有21名,其中5名由持有最多股份的成员国任命,15名由其余成员国的理事选举。理事会授权执行董事行使银行的一切权力,但协定条款规定为理事会保留的权力除外。行长,由执行董事推选,是执行董事会的当然主席和银行工作人员的首脑。行长遵照执行董事关于政策问题的指示负责处理银行业务,任命银行官员和工作人员。总部设在美国华盛顿。

中国是世界银行创始国之一。1980年5月正式恢复中国的合法席位并成为执行董事会会员国之一。在世界银行及国际开发协会中分别拥有2.84%及2.07%的投票权。截止1985年6月30日,中国持有股份23 482股,占该行股份总额的3.98%,为第六大股东。

1982年时中国有6个计划被批准,共贷款6.92亿美元,优先用于加强大学教学、石油开发、水电站建设等项目。卫生系统迄今已有3次贷款,重点资助医学院校教学、慢性病防治及城市和农村卫生、软科学研究等。卫生部内设有国外贷款办公室,组织协调全国卫生系统世界银行贷款项目。

影响健康因素

病　因

生物因素

生物因素(biological factor)是指作为病因引起疾病的生物，常称病原生物，又称病原体，有微生物和寄生虫两大类。其共同特点是具有寄生性、致病性和抗原性，为活的生物体，可以生长繁殖，发生变异，并可在人与人之间或人与动物之间传播疾病，有时造成疾病的流行。一旦排至体外，可以污染周围环境，如水、空气、土壤、食品和物件，并能在周围环境中存活一定时间，有些更能在环境中繁殖或完成一定的发育阶段，故对疾病传播具有特殊意义。病原生物引起的疾病有传染病、寄生虫病和感染性疾病三大类。

致病生物因素

致病生物因素(pathogenic biological factor)是指能引起人类疾病的生物因素，包括病原微生物和寄生虫。

病原微生物　能引起人类疾病的微生物称为病原微生物。目前已知的病原微生物有几百种，分属于病毒、细菌、螺旋体、立克次体、衣原体、支原体、放线菌和真菌等八大类，其中以病毒和细菌为最常见。

病毒　分DNA病毒和RNA病毒两大类。DNA病毒如痘病毒(如天花病毒、牛痘病毒)、疱疹病毒(如单纯疱疹病毒、水痘—带状疱疹病毒、可致先天性畸形的巨细胞病毒、与鼻咽癌密切相关的EB病毒等)、可致呼吸道感染和腹泻的腺病毒、某些与宫颈癌相关的乳多泡病毒、小DNA病毒和嗜肝DNA病毒(如乙型肝炎病毒)等科。RNA病毒如小RNA病毒(如肠道病毒、甲型肝炎病毒、鼻病毒)、呼肠孤病毒(如引起腹泻的轮状病毒)、披膜病毒(如乙型脑炎病毒)、正粘病毒(如流行性感冒病毒)、副粘病毒(如麻疹病毒、呼吸道合胞病毒、副流感病毒)、弹状病毒(如狂犬病毒)、可致呼吸道感染和腹泻的冠状病毒、布尼亚病毒(如流行性出血热病毒)、反录病毒(如人类嗜T淋巴细胞病毒、人类免疫缺陷病毒)和可致腹泻的嵌杯病毒等科。每种病毒又可以有不同的型甚至亚型。

细菌　按形态，细菌可分为球菌、杆菌和螺形菌(包括弧菌和螺菌)三大类。又常按染色性分为革兰阳性(革兰染色呈紫色)和革兰阴性(革兰染色呈红色)两大类。常见致病菌中革兰阳性球菌如葡萄球菌、链球菌、肺炎链球菌等；阳性杆菌如枯草杆菌、炭疽杆菌、破伤风杆菌、产气荚膜杆菌、白喉杆菌、结核杆菌等。阴性球菌如脑膜炎球菌、淋球菌等；阴性杆菌如大肠杆菌、伤寒杆菌、沙门杆菌、痢疾杆菌、鼠疫杆菌、百日咳杆菌、布鲁菌等；阴性弧菌如霍乱及副霍乱弧菌，螺菌如弯曲菌。

螺旋体　对人有致病性的螺旋体有三个属，即能引起人类及动物钩端螺旋体病的钩端螺旋体属，含有梅毒螺旋体和雅司螺旋体的密螺旋体属和包含回归热螺旋体与奋森螺旋体的疏螺旋体属。

立克次体　往往天然寄生在一些节肢昆虫如蜱、人虱、鼠蚤等体内，并依其为媒介进行传播。立克次体分为三组，即斑疹伤寒组(流行性斑疹伤寒立克次体和斑疹伤寒立克次体)、恙虫病组(恙虫病立克次体)和斑点热组(加拿大立克次体、澳大利亚立克次体等七种)。

衣原体　致病的衣原体有沙眼衣原体和鹦鹉热衣原体两种。

支原体　已知至少有36种支原体。其中肺炎支原体可引起人类原发性非典型肺炎。

放线菌　对人和动物有致病性的主要为厌氧的衣氏放线菌和牛型放线菌，常为口腔中的正常菌群，在机体抵抗力减低时才致病。在潮湿枯草上繁殖的高温嗜热放线菌和小多孢菌可引起人外源性变应性肺泡炎。

真菌　病原性真菌近100种，其中皮肤丝状菌可引起皮肤表层感染，如皮肤、毛发和指(趾)甲癣症；白色念珠菌、新型隐球菌等可侵入各种内部脏器，引起深部真菌病。某些非致病真菌如曲菌、毛霉菌等，在特定条件下如机体抵抗力低下时亦可致病。有些真菌产生的毒素，可使人或动物产生急性或慢性中毒。多种曲霉产生的黄曲霉毒素，可在多种实验动物中诱发肝癌。

寄生虫　属动物性病原生物，在人或动物体内寄生，可引起寄生虫病。寄生虫的种类繁多，常见的人体寄生虫有几十种，分属原虫、蠕虫和昆虫三大类。

原虫　是单细胞寄生虫，虫体微小，需用显微镜才能见到。寄生人体的原虫主要有：

（1）肉足虫：如溶组织内阿米巴，寄生于肠、肝等脏器，可引起阿米巴痢疾或肝脓肿等。近年发现一些致病的自生阿米巴，如福氏纳格里阿米巴等，能引起严重的脑膜脑炎。

（2）鞭毛虫：以鞭毛为运动细胞器，如寄生于单核巨噬细胞系统的黑热病原虫。寄生于阴道的阴道毛滴虫、肠道的蓝氏贾第鞭毛虫、人毛滴虫等。

（3）孢子虫：如疟原虫，其生活史复杂，先寄生于肝内，后至红细胞内，能引起疟疾。还有弓形虫、卡氏肺孢子虫、肉孢子虫等，都可危及人类及动物的健康。

（4）纤毛虫：如寄生肠道的结肠小袋纤毛虫，引起痢疾等症状。

蠕虫　为多细胞寄生虫，一般肉眼可见。寄生人体的蠕虫主要有：

（1）吸虫：如血吸虫，中国仅日本血吸虫一种，国外还有曼氏血吸虫、埃及血吸虫等。日本血吸虫寄生于肝门静脉系统，引起危害严重的血吸虫病。还有寄生于肝胆管的华枝睾吸虫、肺脏的肺吸虫和肠道的姜片虫等。

（2）绦虫：如猪（牛）肉绦虫，寄生于肠道，引起猪（牛）肉绦虫病；但猪肉绦虫的幼虫（囊尾蚴）也可寄生于皮下、肌肉和脑组织中引起囊虫病。棘球绦虫的棘球蚴能寄生于肝、肺组织引起包虫病。此外，寄生人体的有曼氏迭宫绦虫的裂头蚴、短膜壳绦虫、缩小膜壳绦虫等。

（3）线虫：常见有寄生于肠道的蛔虫、钩虫、鞭虫、蛲虫等，引起相应疾病，尤其是钩虫，由于它吸附在肠壁吸血，可引起失血、渗血和贫血等临床表现。还有寄生于淋巴系统的丝虫，可致淋巴管和淋巴结炎，以及鞘膜积液、乳糜尿、象皮肿等，对人危害极大。

（4）棘头虫：如猪巨吻棘头虫，偶尔寄生人体肠壁，引起粘膜出血、溃疡，甚至穿过肠壁，造成肠穿孔、腹膜炎危及生命。

昆虫　有些能直接寄生人体引起疾病。如蝇蛆寄生引起的蝇蛆症，虱在体表引起皮炎，疥螨寄生于皮肤引起疥疮，蠕形螨寄生于毛囊、皮脂腺，肺螨寄生于肺等。近年发现，尘螨可作为强烈的过敏原，使机体产生过敏反应，如过敏性哮喘、鼻炎、皮炎等。大量昆虫与螨类是疾病的传播媒介，如蚊传播疟疾、丝虫病与乙型脑炎，白蛉传播黑热病，蚤传播鼠疫与鼠型斑疹伤寒，虱传播流行性斑疹伤寒、回归热，恙螨传播恙虫病。

病原生物的寄生现象

病原生物的寄生现象（parasitism）是指病原生物由于需要特定的生长繁殖条件而需寄生在人或动物体内的现象，这时的人或动物称为宿主。

寄生虫多具有复杂的生活史，不同发育阶段往往寄生在不同的宿主体内。如血吸虫的发育，可以分为成虫期与幼虫期。幼虫期所寄生的宿主为钉螺，称为中间宿主。成虫期寄生的宿主称为终宿主，往往是人。人以外的动物称为动物宿主，又称贮存宿主，可以是牛、马、猪、鼠等。

病原微生物没有复杂的生活史，有些微生物（如病毒）是严格的细胞内寄生物，对宿主和组织有较大的选择性，后者称为靶器官。微生物在自然界广泛存在，因此正常人的体表及与外界相通的口腔、鼻咽腔、肠道、泌尿生殖道等腔道都存在着不同种类和数量的微生物。寄居在正常人体的微生物，在人体免疫功能正常的情况下，对人无害，称为人体的正常微生物群，又称正常菌群。正常菌群不仅与人体保持平衡，各菌群之间也相互制约，维持相对平衡。正常菌群的种类、数量、在人体不同部位和不同年龄组，甚至在不同个体间均可有差别。常见的正常菌群有细菌，如葡萄球菌、甲型和丙型链球菌、肺炎双球菌、奈瑟球菌、大肠杆菌、类白喉杆菌、绿脓杆菌、非致病抗酸杆菌、棱杆菌、乳杆菌、变形杆菌；螺旋体，如疏螺旋体；真菌，如白色念珠菌、放线菌；支原体和病毒，如肠道病毒、腺病毒等。正常微生物群在与人体平衡关系失调时，可引起疾病。人体某部位正常微生物群间比例关系发生变化，超过一定限度时，也可导致疾病发生，称菌群交替症或菌群失调症。此症在年老体弱者、婴幼儿、慢性病患者、长期应用激素或抗代谢药物者容易发生，以葡萄球菌、革兰阴性杆菌和白色念珠菌为多见。

病原生物的致病性

病原生物引起疾病的能力称为致病性（pathogenicity）。致病性的强弱程度称为毒力或致病力。毒力常用半数致死量（LD_{50}）或半数感染量（ID_{50}）表示，即在一定时间内，通过一定途径，能使一定体重的某种动物半数死亡或感染所需要的最小量病原生物数或毒素量。各种病原生物的致病力不同，同一种病原生物的不同型别，甚至不同株，致病力也可不同。致病力强的病原生物，极少量即可致病，如鼠疫杆菌；致病力弱的病原生物需较大量才能致病。寄生虫一般有复杂的生活史，往往必须在发育过程达到一定阶段时才能感染宿主，这个阶段称为感染期。例如血吸虫必须经过在中间宿主钉螺体内发育繁殖，成为尾蚴，才能感染人。

各种病原生物的致病机制不同。寄生虫对宿主的损害，主要通过机械性损伤、分泌有害物质、夺取营养、摄取组织细胞成分等方式。如钩虫的口囊可以损害肠壁，并分泌抗凝血物质阻止血液凝固，引起肠壁出血以致发生贫血。

病原微生物的致病机制比较复杂，这一问题，目前了解尚不全面。对细菌和病毒研究较多，已逐步从分子水平深入研究，对原虫和其他病原微生物致病机制的研究亦有启示。细菌借侵袭力突破机体的某些防御功能，或保护细菌本身，从而得以在机体内立足、生长繁殖、扩散和蔓延。如细菌的粘附素可使细菌粘附于细胞，并在局部定

居。它多见于革兰阴性菌，如大肠杆菌、变形杆菌和弯曲菌等，常存在于菌毛或鞭毛上，可与敏感细胞上的相应受体结合。主要成分一般为糖蛋白，如大肠杆菌的定居因子Ⅰ和Ⅱ；有时为磷壁酸，见于球菌。细菌的荚膜有抗吞噬能力，并能保护细菌免受补体、溶菌酶等物质影响。其主要成分一般为多糖，如肺炎球菌、脑膜炎球菌和肺炎杆菌的荚膜；有时为多肽，如炭疽杆菌的荚膜。细菌并可产生毒素损害机体。毒素按来源、性质和作用之不同，分为外毒素和内毒素两种。外毒素一般由革兰阳性菌产生，是细菌分泌到菌体外的代谢产物，主要为蛋白质。毒性作用强，有选择性，能各自引起特殊的临床表现。抗原性亦强，能刺激机体产生抗毒素，并被抗毒素所中和，如白喉杆菌毒素、破伤风杆菌毒素等。内毒素一般由革兰阴性菌所产生，是此类细菌的细胞壁结构成分，其主要成分为脂多糖。主要作用为致热、刺激骨髓使大量白细胞进入血循环，引起微循环障碍和内毒素休克以及引起播散性血管内凝血。近年发现某些革兰阴性肠杆菌可产生主要引起腹泻的肠毒素，它分耐热和不耐热两种，后者有较强的抗原性，不同细菌间并有交叉。病毒的致病机制在于对细胞的直接杀伤作用，或引起细胞功能紊乱、细胞增生或恶性转化，以及病毒感染所致炎性反应和免疫应答造成的免疫病理损害。某些真菌能产生毒素，称为真菌毒素，直接食用可引起急性或慢性中毒，如黄曲霉毒素。有些病原生物在一般情况下不致病，只是在一定条件下，当机体全身或局部抵抗力特别低下，或感染剂量特别大，或侵入机体某些部位时才可致病，故称为条件致病病原体。

病原生物的抗原性

病原生物具有抗原性(antigenicity)，即其某些成分可刺激机体产生针对该病原生物的特异性免疫应答，包括体液免疫与细胞免疫两方面。这种特异性免疫应答反应在疾病的恢复和抵抗再感染方面有重要意义。有些病原生物感染机体后，可诱生长期免疫力，如麻疹病毒、脊髓灰质炎病毒等。根据这个原理，可采用疫苗接种和免疫球蛋白或免疫血清注射以预防疾病。后者有时也用于治疗，如白喉抗毒素、破伤风抗毒素。此外，病原生物特异性抗体常被用于鉴定该病原生物或测定该病原生物的抗原，以助诊断。而已知病原生物抗原则常被用于测定机体内特异性抗体的出现情况，以助诊断或流行病学调查。有时细胞免疫反应也可用于测定机体免疫力或帮助诊断，如结核菌素试验。

各种病原生物诱导机体产生特异性免疫力的能力差别很大。一般寄生虫的抗原性较微生物为弱，也比较复杂，如不同虫体组成部分与不同生活史阶段的虫体，可具有不同的抗原物质。寄生虫诱导抗再感染的能力较低，还常有"带虫免疫"或"伴随免疫"现象(与结核杆菌的带菌免疫情况相似)，即当虫体存在时，伴有免疫力，如疟原虫感染在临床发作停止时，体内原虫维持在低水平，对相同的虫种具有一定免疫力；当虫体被消除后，免疫力也随之丧失。迄今尚无成功的人体寄生虫疫苗，很可能与此有关。例外的是黑热病，治愈后可获得持久稳定的免疫力，此时体内原虫往往已被消灭。细菌有较强的抗原性，大多可诱发人体产生体液免疫应答，少数细菌可诱生细胞免疫应答，如细胞内寄生的结核杆菌和布鲁杆菌。一般病毒的抗原性强，可诱发中和抗体和持久的免疫力。真菌的抗原性较弱，特别是感染皮肤表层的真菌，不足以在人体诱生特异性体液免疫应答，但可诱生细胞免疫应答，表现为迟发型变态反应。

病原生物的变异

病原生物和一般生物一样可以变异(variation)。在各类病原生物中，以微生物和原虫较易发生变异。因其体积微小，易受外界影响而迅速繁殖。变异可表现在各方面：①毒力的变异：对疫苗制备有较大的重要性，毒力低而抗原性仍保留的病原微生物是选为活疫苗的基本条件。②耐药性的变异：这是应用抗生素和化学药物治疗时影响效果的重要问题，此类菌株更易造成医院内感染的流行。③与病原生物鉴定有关的生物学特性的变异：在病原诊断上有重要性。④抗原性的变异：对传染病的流行有重要意义。例如甲型流感病毒容易发生抗原变异而产生变异株，变异较小时称抗原漂移，可造成小流行；当变异较大时，称抗原转变，形成新的亚型毒株，如A_1、A_2、A_3等，可造成大规模的流感流行。体积较大的寄生虫，如血吸虫，其虫体表面可进行抗原伪装，如合成宿主抗原或产生抗原变异，从而形成免疫逃避现象，避免受宿主免疫应答反应的影响。

病原生物的传播

病原生物可在人与人之间传播(transmission)，某些病原生物也可以从动物传至人，或在人与动物之间交互传播，引起人畜共患病(见"人畜共患病控制"条)。

传播途径 主要有垂直传播和水平传播两大类，大部分病原生物通过后一种方式传播，可以引起或大或小的流行。垂直传播指生殖细胞受到感染而引起的传播，它与母婴传播不尽相同，后者指经胎盘、乳汁、分娩损伤和产后接触引起的传播。水平传播可以通过消化道、呼吸道、虫媒和直接或间接接触而传播。引起大流行的病原体多数系通过呼吸道和消化道传播，但有时通过接触亦可引起大流行，如国内外近年报道由肠道病毒引起的急性出血性结膜炎流行，涉及范围甚广。

传播机制 包括从宿主排出、在环境中存活和侵入新宿主机体三个连续阶段，环境因素对其影响甚大

病原生物的排出方式在相当程度上与其在宿主体内

的定位和繁殖或增殖部位有关。如伤寒杆菌、痢疾杆菌、霍乱弧菌等主要在肠道定位并繁殖，因而随粪便排出。流行性感冒病毒主要定位于呼吸道，因而随呼吸道分泌液排出。狂犬病毒主要侵犯中枢神经系统，但可以随神经末梢扩散至唾液腺和其他脏器，唾液中可以排出大量病毒病原生物排出量多时，或某些能在环境中繁殖的则易于传播。疟原虫、乙型脑炎病毒和流行性斑疹伤寒立克次体等从繁殖或增殖部位进入血液后，如无吸血昆虫传播，就不能离开宿主。病原生物在吸血昆虫体内往往可以增殖或渡过一个发育阶段，故吸血昆虫与病原生物往往有寄生关系。生活史比较复杂的寄生虫有中间宿主，中间宿主的种类、分布地区以及空间密度，决定了该寄生虫存在的地区和感染情况。需要两个以上中间宿主时，影响更为明显。例如吸虫常需水生或陆生软体动物作为第一中间宿主，主要是螺类。多数情况下，毛蚴在水中孵出，然后感染螺。由于毛蚴寿命短，感染成功的机会就很少。因此虫卵数量越多，散布越广，生存时间越长，感染成功的机会就越高。尾蚴从螺体逸出后感染另一宿主时也是这样。

影响病原生物传播的因素 病原生物在环境中存活时间的长短，可影响传播的机会。环境中的湿度、酸碱度、温度、有机物质、重金属含量和其他生物的存在等都可以影响病原生物的存活。例如随呼吸道分泌物排出的细菌或病毒存在于飞沫中，小飞沫表面水分挥发后成为飞沫核悬浮于空气中，其内部仍有一定温度，有利于细菌或病毒的存活。大飞沫滴易下落，落地后干燥，使大多数细菌或病毒很快死亡，而抵抗力较强的结核杆菌之类则可以不死，当其随尘埃扬起时，仍可传播至新的宿主。病原生物的种类不同，其抵抗力的强弱亦不相同，甚至在发育的不同阶段，其抵抗力亦不同。一般蠕虫的虫卵、原虫的包囊、细菌的芽胞抵抗力较强，大多数病毒的抵抗力较弱，特别是对热的抵抗力，但肠道病毒和肝炎病毒例外，其抵抗力介于芽孢和细菌繁殖体之间。

病原生物必须有机会侵入新的宿主，而且，往往必须经过适当的途径，进入适当的部位，否则不易致病。例如，破伤风杆菌在深部创伤面可引起破伤风，而经消化道进入肠道则不致病。但有些病原菌的侵入门户不止一个，如结核杆菌和炭疽杆菌经呼吸道、消化道及皮肤创伤都能引起感染。

外界环境中的病原生物

病原生物往往存在于外界环境如水、空气、土壤、食品中和各种物品表面。

水中的病原生物 有细菌、病毒、原虫、蠕虫、真菌和螺旋体等。它们大多从人或动物的粪尿排出，通过污水排放、粪便下河、土壤经雨水冲洗等直接、间接地污染各种水源，如伤寒杆菌、痢疾杆菌、脊髓灰质炎病毒、钩端螺旋体、肝炎病毒等。某些寄生虫生活史的一个阶段在水中，例如血吸虫的尾蚴。病原生物在自然水中一般可存活一段时间，某些微生物在一定条件下能在其中生长繁殖，例如副溶血弧菌及霍乱弧菌。一般地面水容易受到病原生物污染，而地下水在地面下几十米深处，经过厚层土壤过滤，因此含病原生物较少。医院污水排放是一个突出的问题，一些没有污水处理设备的小型医院收容传染病患者是十分危险的。在污水排出口水中可分离到伤寒、副伤寒及其他沙门杆菌、霍乱弧菌和痢疾杆菌等。水中病原生物除能引起疾病的水型暴发或流行外，还可通过水污染蔬菜、瓜果、鱼和其他水产品等。土壤中的病原生物也有相当部分来源于水。

空气中的病原生物 主要存在于室内。室内空气污染的主要来源是人和动物传染源。在寒冷季节，通风不良或人群拥挤的场所，空气受病原生物污染的机会增加，如医院门诊间、病房常受病人污染。从传染源排出的细菌、病毒、支原体、立克次体都能直接或间接通过尘埃污染空气，如结核杆菌、白喉杆菌、炭疽杆菌、产气荚膜杆菌、百日咳杆菌、鼠疫杆菌、肺炎军团病菌、金黄色葡萄球菌、化脓性链球菌、脑膜炎球菌、流行性感冒病毒、鼻病毒、腮腺炎病毒、麻疹病毒、天花病毒、水痘病毒、腺病毒、肺炎支原体和引起Q热的贝纳立克次体等。但空气本身缺乏足够的营养，即使是存活细菌也不易在其中繁殖。

土壤中病原生物 主要来自动物尸体及排泄物和带有病原生物的污水及垃圾。病原微生物一般不适合在土壤中生存，这是由于：①土壤中缺乏病原微生物所需要的营养物质、足够的水分和适宜的温度。②土壤微生物的拮抗作用。③许多物理化学因素（光、干燥、较高的二氧化碳浓度等）的影响。④噬菌体的裂解和原生动物的吞食。这些都阻碍大多数病原微生物的繁殖。土壤中常见的病原微生物有细菌、放线菌、真菌、螺旋体等，以细菌为主。具有芽胞的病原菌进入土壤后，可生存几年甚至几十年，如炭疽杆菌在土壤中可生存15—60年，其他如破伤风杆菌、产气荚膜杆菌和肉毒杆菌都能长期存在于土壤中。一般无芽胞的病原菌如伤寒杆菌、痢疾杆菌、霍乱弧菌、鼠疫杆菌、结核杆菌、布鲁杆菌、土拉弗菌等入土壤后可以生存几小时至数月。

蛔虫、钩虫、鞭虫等肠道寄生虫的虫卵排到土壤后，需在土壤中发育至一定阶段才具有感染新宿主的能力。因此土壤对这些寄生虫病有特殊意义。

食物中的病原生物 有细菌、蠕虫、真菌和病毒等。一般说来，食物受污染是造成食物带有病原生物的主要原因。常见的污染方式有：①受污染的手接触。②用污染的水洗涤食物或食具。③由空气、飞沫、尘土污染。④由带有病原生物的虫、鼠及其排泄物污染。⑤各种杂物受污染后再污染食物。⑥由传染源的排泄物直接污染，如用粪肥施浇供生吃的瓜菜等。所有的肠道传染病菌、肠道寄生虫以及链球菌等都可污染食物。有一些动物性食品如肉、奶、蛋等，由于家禽家畜本身已感染，可使它们的

产品带有病原生物。例如感染绦虫的牛、猪，患炭疽的牛、羊，其肉中有病原生物；患结核或布鲁菌病的乳牛，奶中可含结核或布鲁菌；感染沙门杆菌的家禽所产出的蛋可含沙门杆菌等。有时粮食或饲料受真菌寄生后带有真菌毒素如黄曲霉毒素或赤霉菌毒素，能造成食物中毒。但真菌的繁殖需要一定的温度和湿度，如果降低水分，保藏食品于低温的环境中，可以大大减少真菌的繁殖。有些感染人的病毒，可以污染动物或引起动物的亚临床感染，从而使动物性食品如牛、猪、羊肉和其奶等带有病毒，传播疾病。曾有多次因牛奶受脊髓灰质炎病毒污染而造成脊髓灰质炎的流行。甲型肝炎病毒和腹泻病毒污染水产品而引起甲型肝炎和非细菌性腹泻流行之例甚多。蔬菜、水果等也可以受到粪便或污水中肠道病毒的污染而传播疾病。

衣服、被具、食具、玩具等的病原生物　这些物品表面均可以受病原生物污染，从而传播疾病，尤以抵抗力较强的病原生物，如绿脓杆菌、葡萄球菌、肠道杆菌等，更易在物品表面存留较久，常常是医院内感染的主要病原菌。

病原生物与疾病

病原生物侵入机体，引起感染（传染）。感染的发生、发展和结局是机体与病原生物在一定条件下相互作用的复杂过程，同时亦受各种自然和社会条件影响。由于情况不同，它可以出现不感染、隐性感染、潜伏感染、显性感染或病原体携带五种主要表现。五种情况可以移行转化而呈动态变化：①不感染：当机体免疫力强，病原生物致病力弱或数量不足，侵入部位不当时，病原生物被排除或消灭，以致不发生感染。②隐性感染（亚临床感染）：当机体免疫力较强，或病原生物致病力不强、数量不多时，不出现或仅出现不明显的临床症状。③潜伏感染：当病原生物和机体相互作用并保持暂时的平衡时，病原生物潜在体内的现象。当机体免疫力下降时，病原生物可再行繁殖而引起疾病，如结核杆菌或单纯疱疹病毒感染时。④显性感染：当机体免疫力弱，或病原生物致病力较强且数量较多时，可出现一系列临床症状。显性感染可呈轻、重、急、慢等不同类型。按感染部位与性质不同，又可分局部感染和全身感染。⑤病原生物携带：有时经隐性感染或显性感染后，病原生物可在体内继续存在一定时期甚或持久存在。根据所带病原生物是细菌、病毒或寄生虫而分别称为带菌、带毒或带虫状态。处于带病原生物状态的人称为病原生物携带者。携带者间断或经常排出病原生物，是重要的传染源之一。

病原生物引起的疾病，广义的一般称为传染病，大多由微生物所引起；由寄生虫所引起的疾病亦常称为寄生虫病。在人群中不易引起流行的传染病，一般称为感染性疾病。例如肺炎双球菌所致的大叶性肺炎，乙型溶血性链球菌所致的风湿热和柯萨奇病毒所致的心肌炎，一般不视为传染病。有高度传染性的传染病称为烈性传染病，如鼠疫、霍乱、天花等。

传染病发生后应向当地防疫部门逐级上报者，称为法定传染病。《中华人民共和国急性传染病管理条例》规定的法定传染病有 3 类 35 种（见“传染病报告制度”条）。

植物毒素

天然存在于植物中对人或动物有毒的化学物质称为植物毒素（vegetable toxin）。含有植物毒素的植物，称为有毒植物。

分类　植物的有毒物质主要有生物碱、糖苷、毒蛋白、多肽、胺类、草酸盐和树脂等。

生物碱　是含氮化合物，具有碱的性质，可与酸形成盐类。其本身一般不溶于水，而溶于乙醇、乙醚等有机溶剂中；其盐类易溶于水。生物碱具有较强的生理或药理作用，故毒性较强。常见含生物碱的有毒植物多属豆科、马钱科、石蒜科、天南星科、防己科、毛茛科、茄科和百合科等。

糖苷　是由糖分子和非糖分子以苷式结合而成。其中非糖分子即糖苷配基，又名配糖体。由于糖苷配基的不同，糖苷类又可分为氰苷和皂苷等，还有许多对心脏具有强烈作用的强心苷类。氰苷多存在于蔷薇科和豆科植物中，也存在于大戟科中。皂苷多存在于豆科、无患子科和薯蓣科中。强心苷类多存在于夹竹桃科、百合科、卫矛科等植物中。

毒蛋白　是一类具有毒性的蛋白质，虽然只在少数植物种子中出现，但毒性极强，如蓖麻毒蛋白就是一种极毒化合物。

作用途径　有毒植物及其毒素大多数是经口食用而产生毒作用的，有些是通过皮肤直接接触，少数通过呼吸道吸入引起变态反应和食入引起光致敏作用。预防的关键在于识别它们，避免食用或接触。

有毒植物　常见的有毒植物有以下几种。

鱼藤　鱼藤为豆科多年生藤本植物，常见者为广西、广东、福建的毛鱼藤。此外尚有野生鱼藤。农业上用来防治害虫，用后无残毒。有毒成分主要为鱼藤酮，含量一般为 6%—13%。是一种神经性毒物，能使延脑中枢兴奋，并有胃肠刺激作用。皮肤接触鱼藤，可出现皮疹及皮炎。鱼藤酮对人致死量为 3.6—20 g，食后一般数小时内死亡，亦有延至 10 d 者。

豆薯　豆薯为豆科豆薯属植物，又名凉薯、地瓜。西南和华南各地广泛栽培。其蔓、叶和种子均有毒，民间多用其种子（豆薯子）为杀虫剂，防治农业害虫。种子外形似四季豆或黄豆，其有毒成分亦为鱼藤酮，含量为 4%—5%。多因误食中毒。中毒症状与鱼藤中毒类似。

雷公藤　别名黄藤、断肠草、菜虫药、红药，属卫矛科。分布在长江以南和西南地区。民间用来杀灭蔬菜害

虫或蝇蛆。其鲜嫩的叶、枝、苗和茎中主要含有雷公藤碱。中毒多由于误食。中国民间将雷公藤与昆明山海棠一起用来治疗类风湿性关节炎，但服用过量可中毒。此外，蜜蜂采集雷公藤花蜜后，蜂蜜中可含有雷公藤碱，食用后可引起中毒。雷公藤中毒时，最初为胃肠道局部刺激症状。有毒成分被吸收后，逐渐出现神经系统症状和循环呼吸衰竭症状。然后肾脏功能损害，尿中出现蛋白和管型，并有多尿或少尿，数日后出现急性肾功能衰竭

乌头　毛茛科植物。主根即为乌头，侧根即为附子。分布于东北、华北、中南和西南地区。有毒成分主要为乌头碱、新乌头碱和若乌头碱等。乌头碱对人的致死量为3—5 mg。民间常用乌头制造箭毒，供狩猎或泡制治疗跌打损伤、风湿病的药酒。乌头碱可通过破损皮肤和消化道吸收，一经接触，即可引起中毒。乌头碱在胃肠道吸收较快，吸收后作用于神经系统和心血管系统。首先在口腔咽喉等接触部位出现烧灼和疼痛感，皮肤和粘膜神经末梢麻痹，继而手指、口、舌、上腹部陆续出现麻木并遍及全身。皮肤感觉先减弱后消失。迷走神经中枢和中枢神经系统呈现先兴奋后抑制作用。患者烦躁不安并昏迷。严重中毒者在数小时内死亡。

胡蔓藤　别名钩吻、烂肠草、水莽草。马钱科植物。分布在华南和华中等地。根和叶毒性最强。有毒成分为生物碱。对人的致死量为0.15—0.3 g，流浸剂3.5 ml或根3 g也可致死。中国民间用钩吻作为外用药、杀虫剂或治疗猪疾病。中毒多因误食。钩吻碱在消化道吸收。首先口腔咽喉等接触部位有烧灼感。钩吻具有较强的神经毒作用，故可引起语言和吞咽困难、四肢麻木、肌无力和共济失调。常因呼吸中枢和呼吸肌麻痹死亡。

曼陀罗　别名洋金花、闹洋花、大颠茄。还有与本品的毒性类似的莨菪和颠茄。属茄科。种类很多，分布在华北、东北、中南和西南各地。曼陀罗全株有毒，种子毒性最强，其主要有毒成分为东莨菪碱和阿托品。儿童常因误食种子或吸吮其花朵而中毒。主要引起中枢神经先兴奋后抑制，还可阻断节后胆碱能神经反应系统中的乙酰胆碱受体。

夹竹桃　又名红花夹竹桃。夹竹桃科灌木。各地均有栽培，作为观赏植物。全株有毒。有毒成分为夹竹桃苷类，是一种强心苷类，其作用与洋地黄相似。民间用夹竹桃叶作为草药，如使用不当，可发生中毒。儿童往往因嚼食其叶或花而中毒。

箭毒木　又名见血封喉、箭毒。桑科植物。分布于云南、广西、广东。在树枝及其乳白汁液中含有强心苷类。破损皮肤接触枝干的乳白色汁液时，可引起中毒，出现肌肉松弛瘫痪、心率缓慢、呼吸抑制，可于中毒后2 h内心脏停搏而死亡。

皂荚　为豆科植物的果实。各地均有生长。种子中含皂苷。误食种子或荚能中毒。对胃肠道有刺激作用，吸收后引起溶血。

巴豆　为大戟科巴豆树的种子。又名毒鱼子、双眼龙、猛子仁。分布于长江以南各地。巴豆中含有大量脂肪，所制取的巴豆油中含有巴豆酸和巴豆酸甲酯。巴豆蛋白质中含有巴豆素，是一种毒性球蛋白。巴豆中还含有巴豆苷、巴豆树脂和蓖麻碱。巴豆油对胃肠道粘膜具有强烈刺激和腐蚀作用。1/4滴巴豆油即可引起腹泻，1 ml可致死。

蓖麻子　是大戟科蓖麻的种子，各地均有栽培。蓖麻子中含毒性极强的蓖麻蛋白，还含生物碱即蓖麻碱。蓖麻蛋白是已知极毒物质之一，系一种毒性白蛋白，具凝血作用，30 mg可致死。儿童误食蓖麻子五粒左右即可死亡。主要损害肝和肾，引起坏死；还可使红细胞凝集和溶血。

相思子　又名红豆、相思豆。为豆科植物。分布于广西、广东、云南、台湾各地。根、叶、种子均有毒。种子毒性最强，其相思子毒蛋白，是一种有毒球蛋白，具凝血作用。中毒多由于误食。一般食后数小时到2 d内出现症状，主要有胃肠炎症状和心率减慢、呼吸困难和溶血现象等。严重者可死于呼吸循环衰竭和急性肾功能衰竭。

马桑　又名水马桑、毒空木和黑果果。属马桑科。分布于中南、西南地区。全株均有毒，以果实、种子和叶毒性较强。有毒成分主要是萜类化合物。民间常用马桑种子杀虫、灭鼠和毒鱼，因误食引起中毒。也有用马桑叶撒布在大面积烧伤皮肤上引起中毒者。马桑的毒作用与印防己毒素类似，但更为强烈。主要刺激延脑，先兴奋后抑制，可使呼吸和血管运动中枢和迷走神经中枢兴奋，脊髓反射增强。严重中毒者，可因多次反覆抽搐引起呼吸停止而死亡。

楝　又名苦楝。属楝科。华北以南各地均有，南方较多。全株有毒。其种子为苦楝子，毒性最强。民间用其种子和树皮驱蛔虫和蛲虫，或杀灭农业害虫。中毒多因服用过量或误食。有毒成分为苦楝碱。中毒主要表现为胃肠道刺激症状和肝损害症状。

藜　俗名灰菜、灰苋菜，属藜科植物。民间作野菜食用。食用或接触藜都可通过光致敏作用引起皮炎。有毒成分尚未阐明，可能由于灰菜中含有一种光敏物质，进入人体后引起卟啉代谢异常并可通过日光照射产生皮肤毒性反应，称为日光性皮炎或光敏性皮炎。

荞麦　蓼科植物。各地普遍栽培。民间有食用荞麦苗或荞麦花的习惯。食用后2—7 d出现皮炎。其机制可能是由于荞麦中含有荞麦素。荞麦叶中含有荞麦素原，经日光照射后转变成为荞麦素，食用后引起肝功能损害，以致一种光致敏的色素代谢异常，并在皮肤中沉积。

漆树科植物　有许多种漆树科植物，例如野漆树和漆树等。分布在广西、广东、云南、福建等地。全株汁液内含漆酚，皮肤接触后痒痛、红肿、起疱，甚至坏死。树枝燃烧后，其烟也有类似作用。经口误食引起强烈胃肠道刺激和呕吐，并可出现瞳孔散大、抽搐等。

艾麻属植物　某些荨麻科艾麻属植物，如老虎俐、麻

风草等，分布在广西、广东和云南南部。大多有含毒刺毛，有的刺毛中含有高浓度的甲酸和草酸，还有些含有5-羟色胺或其他有毒物质。与刺毛接触后，引起瘙痒，剧烈疼痛，并向附近蔓延。皮肤可红肿，抓破后，溢出的液体也有毒，可蔓延至其他部位。严重者因剧烈疼痛以致在地上翻滚，痛苦万分。曾有死亡报道。

动物毒素

陆生和水生的有毒动物（包括原虫以至哺乳动物）所产生或具有的有毒物质称为动物毒素（zootoxin）。可分为：①毒液：由毒腺产生经毒器放毒，注入其他动物体内能使之中毒，如毒蛇的蛇毒。②分泌毒：由毒腺产生，一般经分泌孔排出体外，接触染毒后可直接损伤人、畜皮肤粘膜，如斑蝥的斑蝥毒。③经口毒物：经口内服后才能引起中毒，如河豚的鲀毒素。这几种动物毒素中危害最大的是蛇毒。

蛇毒 毒蛇和无毒蛇的区别是依据有无毒器。毒蛇的毒器由毒牙、毒腺和连接此两者的排毒导管所组成。中国有毒蛇约50种，其中对人、畜有生命危害的剧毒蛇主要有眼镜蛇、眼镜王蛇、银环蛇、金环蛇、小头海蛇、环纹海蛇、青环海蛇、平颏海蛇、海蝰、圆斑蝰蛇、蝮蛇等，大多分布在长江以南地区。

毒腺排出的新鲜毒液为微酸性粘稠液体，有特殊腥臭，含水量65%—80%，固体成分主要为毒性蛋白。蛇毒中含有多种生物活性物质：①毒性多肽或蛋白：如神经毒素。②膜活性多肽：如心脏毒素。③蛇毒蛋白酶：如磷脂酶A。④无毒的活性物质：如神经生长因素。每一种蛇毒含有多种不同的毒素。主要毒素如下：

神经毒素 其作用点分为两类：①作用于突触前膜：如中国银环蛇的β环蛇毒素，导致神经肌接头生理传导功能阻断。②作用于突触后膜：绝大多数的神经毒素属于这一类，包括银环蛇的α环蛇毒素，也可阻断神经肌接头的生理传导功能。由此导致外周性呼吸麻痹，是临床上主要致死原因。大剂量新斯的明对挽救呼吸衰竭有一定疗效。

心脏毒素 是一种膜活性多肽，能使心肌细胞膜发生持久性去极化。

细胞毒素 能使组织细胞坏死溶解，对血管内皮细胞、横纹肌细胞或肾小管细胞有不同的选择性损害作用。

凝血毒素和抗凝血毒素 蛇毒含有因子X的激活物质，能激活因子V、因子II（凝血酶原），或本身具有凝血酶样活性。蛇毒抗凝作用是由于具有溶纤维蛋白原或纤维蛋白的活性，能促使纤溶酶原转变为纤溶酶，或能阻抑因子II、III或V的活性，从而阻抑凝血酶的形成。

中国尖吻蝮蛇的毒素在高浓度时是促凝的。蝰蛇毒能在钙离子存在的条件下激活因于X和因子V而引起促凝作用，也能在磷脂和钙离子存在条件下促使凝血酶原形成凝血酶。眼镜蛇毒和眼镜王蛇毒有抗凝血激酶的作用，延长血液的凝血时间。眼镜蛇毒还有凝集血小板作用。

蛇毒的其他一些毒素 有溶血毒素、出血毒素、肌坏死因素、肾毒性因素等。有的蛇毒蛋白具有一定的生化酶活性，有的则没有酶活性而只有生物毒性。酶活性比较清楚的有10余种，如蛋白水解酶、磷脂酶A、磷酸二酯酶、磷酸单酯酶、精氨酸酯水解酶、乙酰胆碱酯酶和L-氨基酸氧化酶等。

为预防蛇咬伤，要加强个人夜行防护，集体野外作业须带救治药包。蛇伤局部处理，能减轻全身中毒和保护局部组织，减少溃烂坏死，用药愈早疗效愈好。中国已有多种蛇毒的单价精制抗毒素投产供应，其中对蝮蛇、尖吻蝮蛇（五步蛇）和银环蛇的效价高，疗效也较好。应用这类抗毒素必须掌握对症、早用、足量的使用原则。

其他叮咬或刺伤性动物毒素 除蛇毒外，对人有较大危害的其他毒素，择要如表1所示。

经口毒物 引起食物中毒的动物性毒物主要为水产鱼贝。所谓毒鱼，是指内脏或肌肉含有毒素，人类摄食后可引起中毒的鱼类。中国的毒鱼可分鲀毒、胆毒、卵毒、肉毒以及含高组胺的鱼类。此外，有的动物如蟾蜍、斑蝥等的分泌毒，倘经口摄入，用量过大亦可引起中毒。主要经口毒物如表2所示。

表1 其他叮咬或刺伤性动物毒素

有毒动物及其分布	主要毒素成分	主要毒性表现
蝎（Heterometrus、Buthus属等）分布东南亚	有神经毒素、心脏毒素、溶血毒素以及透明质酸酶、磷脂酶A、磷酸单酯酶等。每次尾螯排毒液1mg	阻断乙酰胆碱和去甲肾上腺素的递质传递，干扰神经轴索去极化过程的离子转运和心肌细胞膜的钙离子转运，出现心脏传导阻滞，全身反应有出血、肌细胞变性以及内分泌功能紊乱
蜜蜂（Aspis属）分布世界各地	主要毒素为分子量较小的短肽，如蜜蜂毒素、蜜蜂神经毒素以及肥大细胞去粒肽。还有透明质酸酶、磷脂酶A、组胺以及儿茶酚胺等	蜜蜂毒素约占全部蜂毒量的半数，能促使组胺释放而出现局部和全身反应。个别患者可出现过敏性休克。若同时受刺百处以上者，往往危及生命。少量蜂毒能促使肾上腺皮质激素的释放
黄蜂（Polistes属等）胡蜂（Vespa属等）分布东南亚	毒素成分类同蜜蜂，但为分子量较大的毒性蛋白，并含较多的缓激肽，还有一定量的乙酰胆碱和5-羟色胺等	尾刺或口咬时局部出现组织坏死。严重时可并发肾小管细胞变性坏死、心律失调或过敏性休克。缓激肽可加剧局部反应

续表

有毒动物及其分布	主要毒素成分	主要毒性表现
蜘蛛（Aranea，Latrodectus属等）分布东南亚	主要有神经毒，也有细胞毒、溶血毒和透明质酸酶等	咬处局部有两个小红点，周围红肿。全身反应严重者可出现胸腹绞痛，全身肌肉紧张，历时1—2 d，同时有恶心、呼吸窘迫、盗汗、寒战发热、耳鸣和皮肤麻木感等
蜈蚣（Scolopendra，Bothrophelus属等）分布东南亚	毒素成分不详	咬伤局部除灼痛红肿外，尚可引起被咬肢体的淋巴管炎，但全身反应较轻
刺毒鱼类 中国有100余种，沿海有鲨、魟鲛、鲶鱲、鲉等类；江河淡水有鳜、鲶等类	毒器由毒腺、毒棘和沟管三者组成，大部分为鳍棘，也有尾刺（如魟类）。毒鱼刺螫时能将毒素注入人体引起中毒。毒素为毒性蛋白，是一种外毒素，可被胃液破坏，煮熟内服无毒性	受刺后局部剧痛、出血、紫绀、不同程度的浮肿，甚至受刺处裂伤坏死，引起继发感染。毒素吸收后，引起全身症状
海胆 中国有60余种，有毒的只有五六种，如刺冠海胆等。分布中国沿海，南多北少	为棘皮动物，壳体长有许多有毒的细长小刺，刺伤人体注入毒液，刺端亦同时折断嵌入皮肤	受刺处皮肤红肿剧痛，一天内多可自行消退。倘同时多处受刺，可出现全身症状，如心悸、肌肉抽搐等
水母、海蜇、水螅（海蜇有两种，可食用；水螅栖淡水）分布中国沿海	为腔肠动物，触手和胃丝具有特殊的刺胞，内有刺丝囊，能放射刺丝。刺丝毒素为肽类（海蜇的刺胞毒性较弱）	受刺处皮肤红肿痛痒。多处受刺红肿连片则不易消退，几无全身症状

表2 主要的经口动物性毒物

名称及其分布	主要毒素成分	主要毒性表现
鲀毒鱼类 统称河豚，分布在中国沿海大江河口	内脏和皮肤含毒素数种，统称鲀毒素，为糖酯类，性质稳定，溶于水，耐热。各种鲀鱼的肉无毒，但鱼死较久，其毒素可渗入鱼肉中。春季的豹纹东方鲀内脏50 g约可毒死11人	毒素能阻断运动神经肌接头的传导，并能阻滞神经轴索去极化过程的离子转运。轻度中毒者有胃肠道症状和皮肤感觉麻木。严重者可因呼吸麻痹死亡，一般多在发病后4—6 h内致死。倘发病后8 h未死亡者，多能恢复

续表

名称及其分布	主要毒素成分	主要毒性表现
胆毒鱼类 已知胆汁有毒的鱼类有草鱼（鲩鱼）、青鱼、鳙鱼、鲢鱼和鲤鱼等。分布全中国	胆汁含鱼胆毒素，耐热，不论生吞熟食均有毒性，毒性反应与人的个体敏感性有关	首先为胃肠道症状，较轻者还出现肝肾毒损和溶血；严重者出现心律紊乱，血压暂见上升，全身抽搐，截瘫样表现和昏迷等，发病数天后因肝肾毒损致死。可用保肝和肾透析疗法抢救
卵毒鱼类 中国有10余种，如青海湖水系的鲤科裂腹鱼亚科，长江以南的鲤科鲃亚科的光唇鱼属，以及鲶科的鲶鱼等	繁殖期的鱼卵含有鱼卵毒素，为球蛋白型毒性蛋白。耐热性各不相同	食后很快出现胃肠道症状。严重者有运动失调、吞咽困难、全身抽搐以及昏迷等，个别可致死。由于中毒初期的呕吐特别显著，多能自动吐出毒物，故严重全身症状或死亡者较少
肉毒鱼类 中国有30余种，如海鳝科、鲷科、刺尾鱼科等各属有毒鱼种，主要分布在福建以南海域	肌肉和内脏含有雪卡毒素，为脂溶性神经毒素，耐热。其毒理作用类似有机磷酸酯，抑制胆碱酯酶的活性	先有胃肠道症状和皮肤感觉异常，其特点为对冷物有热感，对热物有冷感。中毒较重者出现运动失调，不能站立。倘一次进量超过250 g，可因呼吸麻痹致死
高组胺鱼类 中国有5种，如沿海的鲹科、鲭科和金枪鱼科的有毒属种	鱼肉本无毒，因捕捞后处理不善而产生大量组胺和秋刀鱼毒素，食后出现过敏性食物中毒。人类的组胺中毒量为1.5 mg/kg。中国鲐鱼肉50—100 g或舵鲣鱼肉100—150 g即可发病	皮肤潮红、结膜充血、剧烈头痛、心悸、胸闷和发热等，有的伴口唇水肿、全身荨麻疹、气喘或呼吸困难。一般于1—2 d内恢复，但偶有死亡
蟾蜍（Bufo属，如中华大蟾蜍等，统称癞蛤蟆）分布于中国大部分地区	耳后腺和皮疣含有毒素，称为蟾毒素，属分泌毒，为中药蟾酥的主要成分，耐热，作用类似洋地黄，对心脏有毒害作用。其他毒素尚有肾上腺素等	摄食污染蟾毒素的蛤肉引起。剧吐，腹痛腹泻。可出现不同程度的房室传导阻滞和心律失常。严重中毒者多在发病后数小时内死亡。中毒后可用1.2%氯化钾注射液50—100 ml缓缓静脉滴注，有一定解救作用
斑蝥（Mylabris属，如南方大斑蝥等）分布于中国大部分地区	体表分泌孔能分泌斑蝥素，系分泌毒。干燥全虫为药剂。斑蝥素对实验性肿瘤细胞有一定毒损作用	外用斑蝥膏可引起皮肤发泡。临床中毒多因服用过量斑蝥制剂引起肾脏毒损，出现少尿、血尿、蛋白尿等，严重中毒者可因肾衰致死。斑蝥素亦可损害心肌

物理因素

物理因素(physical factor)是指人们日常生活和生产环境中接触到的多种外界物理条件,如气温、湿度、气压、声波、振动、辐射(包括电离辐射和非电离辐射)等。在自然状态下,物理因素一般对人体无害,有些还是人体生理活动必需的外界条件。只有在超过一定强度和(或)接触时间过长时,才对人体产生危害,影响全身不同器官系统的功能。随着现代科学技术的进步和现代工业的发展,人们可能接触到大量有害的物理因素,影响正常生活(如现代交通工具产生的噪声)和职业人群的工作环境(如辐射、高温),必须对此进行合理控制。

高温作业

高温主要指炎热气候和作业环境的高气温而言,实际上是气温、湿度、气流和辐射热诸因素的综合反应结果。炎热气候主要决定于地球和太阳的位置。高温作业(high temperature work)一般指生产环境中散热量>84 kJ/m³·h;或作业点的气温在寒冷地区>32℃,炎热地区>35℃;或工作点的热辐射强度>4.2 J/cm²·min;或气温>30℃,相对湿度>80%的生产环境。根据国家卫生标准,高温作业的法定命名为劳动者工作地点具有生产性热源,当室外实际出现本地区夏季室外通风设计计算温度时,其工作地点的气温高于室外2℃或2℃以上的作业。

高温作业的类型 根据气象条件的特征,高温作业可分为以下几种类型:

高温强辐射作业 如冶金工业的炼焦、炼铁、炼钢、轧钢等车间,机械制造业的铸造、热处理等车间,陶瓷、玻璃、搪瓷、砖瓦等工业的炉窑车间,火力发电厂和轮船等的锅炉车间等。这类作业的生产场所存在各种热源,如冶炼炉、加热炉、窑炉、锅炉和被加热的物体(如铁水、钢锭)等,均能使生产环境周围的物体和空气加热,形成高气温、强辐射、低气湿为特征的干热环境。这类高温作业环境的气温,在很大程度上受到室外气温的影响,并随着生产状况和车间自然通风状态的波动而变化。人在这种环境下劳动,出现大量出汗而蒸发散热。若通风不良,汗液难以蒸发,则常因蒸发散热困难而发生蓄热或过热。

高温高湿作业 其气象条件的特点是气温稍高、较高或很高,而热辐射强度不大。生产过程中有大量水蒸气的产生或生产上要求车间内保持较高的相对湿度。例如印染、缫丝、造纸等工业,夏季车间气温高达35℃以上,相对湿度可达80%—90%;潮湿的深矿井内气温可达30℃以上,相对湿度超过95%,如通风不良,就形成高温、高湿和低气流的不良气象条件,即湿热环境。在这种环境下工作,气温虽不很高,但蒸发散热十分困难,即使大量出汗也不能发挥有效的散热作用,使人感到闷热难受,易致体内蓄热或水盐代谢失调而发生中暑。

夏季露天作业 夏季农业劳动、建筑、运输等露天作业中,主要受太阳的热辐射作用,也受被加热的地面和周围物体的二次辐射的附加影响。热辐射强度一般较高温车间为低,但受作用的时间较长。头颅部直接受到阳光照射,使颅内组织受热,引起温度升高,难以散热,极易过度蓄热而发生中暑。中午前后气温较高,露天作业也可形成高温热辐射的作业环境。夏季在高大密植的农作物间劳动时,常因无风而感到闷热不适。如不及时采取相应的防暑降温措施,就易发生中暑。

对机体的影响 高温作业时,人体可出现一系列生理功能改变,主要为体温调节、水盐代谢、循环系统、消化系统、神经内分泌系统、泌尿系统等方面的适应性变化。

体温调节 高温作业过程中人体的体温调节主要受气象条件和劳动强度两个因素的共同影响。人体从热环境获得的辐射和对流附加热以及劳动时体内代谢所产生的热量,经血液转移到体表,通过皮肤蒸发而放散出去。此时循环系统和汗液分泌均在体温调节上起着重要作用,而神经系统则对参与体温调节各个系统的功能进行综合调节。因此,尽管气象条件变化很大,体温仍可控制和保持在很小的波动范围内。即使体温升高,亦可稳定在一个相对的平衡值上。但如在热环境下体温增高到平衡所需的时间较长,则平衡值也较高。不过人体的体温调节能力是有一定限度的,当身体获热与产热大于散热时,就会使得体内蓄热量不断增加,以致体温明显升高。如果热接触是间断的,则在低热负荷期间体内蓄积的热就可以消散。由于肌肉活动是代谢产热的主要来源,而代谢产热量对人体的热负荷起着重要作用。故改善气象条件,安排工间休息和减轻劳动强度,会有效地减少机体热负荷,避免蓄热过度而发生过热。

水盐代谢 高温作业中人体为满足散热需要而大量出汗,出汗量与劳动强度呈正相关。高温高湿作业时,气温虽不很高而相对湿度较高,汗液不易蒸发;加上劳动强度大时,出汗量可更高,故出汗量可作为人体受热程度和劳动强度的综合指标之一。一般认为,以一个工作日出汗量6L为生理最高限度,能耐受的最高出汗率不应超过1 L/h。

高温作业者一个工作日结束后随汗排出的盐量可能超过20—25 g。体内缺盐时,尿中盐量减少。因此,尿盐测定可作为判断体内是否缺盐的指标。在正常饮食条件下,从事轻体力劳动者,尿盐量为10—15 g/24 h。根据上海、武汉调查资料,如尿盐量降至5 g/24 h或2 g/8h以下时,则表示体内有缺盐的可能。

心血管系统 热环境下劳动时,机体因散热需要而血液重新分配。高温下体力劳动时,皮肤血流量显著增高的同时,由于适应工作和肌肉供血的需要,骨骼肌血流量

防暑降温措施 防暑降温措施的原则主要是减少热负荷与保护机体在高温作业时的正常生理状态。

(1) 改革工艺过程：通过改革生产技术和改进生产设备以达到既能消除高温、热辐射的产生和影响，同时又能减轻劳动强度为最理想。

(2) 合理布置和疏散热源：应尽可能将各种热源布置于车间主导风向下风侧；或将热源集中于排气天窗下面，并在热源外设置隔墙，引导热气流自天窗排出，以免在车间内扩散。对于不需经常操纵或观察的散热设备，应尽可能疏散至车间外的主导风向下风侧。设计总体布局时，应将产热车间设在夏季主导风向下风侧。

(3) 隔热：对接近操作工人的各种热源的散热表面，应尽量采取隔热措施。隔热的方法很多，主要以隔热材料、水和空气作为隔热层。

(4) 通风降温：尤其是全面自然通风是高温车间通风降温的基本措施，凡是工艺上对温度、湿度和风速无严格要求的车间，均可采用。机械通风降温设备主要有风扇、喷雾风扇、集中式全面或局部冷却送风系统等。风扇适用于中小型工厂及热辐射强度不大的车间。在气温很高、热辐射强度较大的工作地点，车间内空气又不宜循环利用时，可采用喷雾风扇。冷却通风系统适用于热辐射强度大的工作地点。当车间有车床、精密器件等不允许溅上水滴的设备时，或在生产上要求车间内必须保持一定的温、湿度条件时(如纺织厂细纱车间等)，可采用集中式全面机械通风。特殊高温工作地点，如高温车间的天车驾驶室、轧钢机的操纵室、推焦机的驾驶室等，应设小型空调器送风。

高温作业人员保健措施 对高温作业工人，尤其是临时工，应进行就业前体检。凡发现有心血管和肺的器质性疾病、持久性高血压、胃及十二指肠溃疡、活动性肺结核、肝脏疾患、肾脏病、内分泌疾病(如甲状腺功能亢进)、肥胖病、贫血、皮肤病、中枢神经系统器质性疾病及急性传染病后身体衰弱者，均不宜从事高温作业。定期健康检查目的是及早发现从事高温作业工人的健康改变情况。检查时间一般为每年入暑前，并在暑期中有重点地进行动态观察。新工人宜在入暑以前(春季或夏初)开始参加高温作业，以便使其逐步增加对热环境的适应能力。

高温作业工人需要及时补充水分和食盐，最好是让工人自由饮水和随饮料进盐。补充的水、盐量取决于出汗量和食物中含盐量。一般每人每天供水 3—5 L，盐 20 g 左右。如三餐膳食供盐 12—15 g，则只需再补充 8—10 g，可用含食盐 0.1%—0.2%的开水、茶、汽水或其他清凉饮料如绿豆汤、酸梅汤等来补充。此外，也可随三餐饮食供给番茄等蔬菜汤类。饮料的配制、冷却、运输及供应都必须加强卫生管理，需有经训练的专人负责，防止污染。饮料温度以 10—12℃ 为宜。

在高温环境中劳动时，能量消耗和蛋白质消耗均增加，应从膳食中予以补充。维生素A、B_1、C和钙也应适当补充。

高温作业工人的工作服，应采用质地结实、耐热、导热系数小、透气性能良好，并能反射热辐射的织物。高温作业工作服要求宽大、轻便及不妨碍操作。此外，应按不同作业的需要，供给工作帽、防护眼镜、手套、鞋盖、护腿等个人防护用品。夏季露天作业者可配备宽边草帽、遮阳隔热帽或通风冷却帽等以防日晒。

炎热季节可根据各地情况适当调整劳动休息制度，尽可能缩短劳动持续时间。如实行轮换制，增加工间休息次数，延长午休时间等。应在工作地点附近设置工间休息室或凉棚，并有坐位、供水设备、风扇及半身淋浴装置等。休息室气温应在 30℃ 以下。有条件时，可安装小型空气调节器或采用其他通风降温措施(如利用地道风作制冷源)。如因生产需要，休息室必须设在热源附近时，应在休息室与热源之间设置隔热墙或隔热水幕。保证高温作业工人在夏季有充分的睡眠和休息时间，对预防中暑具有重要意义。

低温作业

凡在寒冷季节从事室外及室内无采暖的作业和在有冷源设备的低温条件下以及在极区作业均属低温作业(low temperature work)，如冬季室外筑路、勘探、采伐、搬运、运输、捕鱼、狩猎以及冷藏、制冰、冰库作业等。低温作业的主要劳动卫生问题是寒冷。寒冷除能使某些生理功能发生一定的适应性改变外，尚可明显地影响工作能力，并可造成冷损伤如冻伤或冻疮。在寒冷地区从事户外低温作业，严重时也可发生冻僵事故。

对机体的影响 主要取决于低温环境作用于机体的冷强度。

冷作用强度 强度的大小取决于环境气象条件、个体防寒装备和对寒冷的适应能力以及个体耐受性。环境气温低，个人防寒装备好，机体热能代谢仍可保持平衡而无冷感；反之，环境温度并不太低，若防寒装备差或无防寒装备，机体热耗亏损大，则可产生明显的冷感甚至发生冷损害。

皮肤温度和体温 反映人体受冷作用强度的常用指标是皮肤温度和体温。在冷环境中，机体受冷作用后首先出现皮肤温度下降，继之体温下降，其降低程度与受冷作用的强度大小以及冷作用时间长短密切相关。环境气温低，服装保暖性差，则更易引起平均皮肤温度的下降，人体冷感程度就大。当服装覆盖部分的皮肤温度均值在 33℃ 以上，人无冷感或感到舒适或感到热；皮肤温度均值为 31.5—31.9℃，主观感觉"不冷"；30.5—30.9℃，主观感觉"稍冷"；28—28.5℃，主观感觉"很冷"。

对冷作用的主观反应虽然个体差异较大，但绝大多数人的反应是符合上述感觉的。在冷环境中身体不同部位的皮肤温度变化不同，胸部皮温下降速度最慢，膝部皮

起中毒的危险。有些车间为保证隔热和无尘而处于与外界完全隔绝状态(如无窗、彻底隔声等)。此时由于缺乏阳光和紫外线照射以及缺乏与外环境接触,也可能造成生理上和心理上的不良影响。

此外,空调室的人工管道供水系统如果处理不当或不常使用时,就有可能为嗜肺军团菌提供理想的繁殖场所,并以气溶胶形式传播,引起军团病。军团菌1976年首次发现,中国已从病人和空调系统水中分离到此菌,并已发现此种病例。此外,还应防止呼吸道感染患者入内而引起呼吸系疾病的传播。

射频

射频(radiofrequency)是指波长为10^4—1 m的无线电波,其低频波长为10^4—10^3m,中频波长为10^3—10^2 m,高频波长为10^2—10 m,超高频波长为10—1 m。在空间传播的电磁场相应频率为0.03—300 MHz。广义的射频辐射也包括微波。频率<300 MHz的射频辐射在向四周空间发射时,电场和磁场强度不呈平行状态,因此需分别测量电场(V/m)和磁场(A/m)的强度。射频辐射在介质(生物体或非生物体)中可被适量地吸收,也可被反射和折射。被吸收的大部分辐射能量可转变成热能,在工业上应用的有高频感应加热(加热的物件为导体,如金属熔炼、焊接、热处理等)和介质加热(加热的材料为不良导体,如塑料、木材、棉纱等的干燥),医学上则用于高频理疗。射频与微波在非工作环境中的存在与发射均可构成环境的电磁污染。

射频对人体的影响,主要是引起中枢神经系统和植物性神经系统的功能失调,临床上发现的神经衰弱综合征和心电图异常等均比接触微波者为轻,两者对机体的影响,基本上无质的区别,而只有程度上的不同。一般无明显的阳性体征可见。随着接触射频时间的延长,症状可渐趋缓解,似有适应现象。射频不影响眼睛,也不影响造血系统和生殖功能。

预防射频的有效措施,多采用导电性能良好的铜、铝等金属网、板、罩,对一切辐射源采取屏蔽。如对高频振荡电路(包括电容器和变压器)、高频馈电线、高频工作电路(高频感应器和工作电容极板)分别按操作情况予以屏蔽,并要求有良好的接地装置。此外,尽可能使操作点远离辐射源和缩短接触时间。车间内禁止堆放金属物件,工人不能坐靠金属制椅凳,以防止二次辐射的危害。对有强辐射源的车间、工作室应采用整体屏蔽和设滤波装置,以防对环境造成电磁污染。

中国尚未制订射频的卫生标准。苏联规定职业性接触射频的标准(1976年):频率在3 MHz以下时,电场强度为50 V/m,磁场5 A/m;频率为3—30 MHz者,电场强度为20 V/m;频率为30—50 MHz者,电场强度为10 V/m;频率为50—300 MHz,电场强度为5 V/m。美国政府工业卫生医师协会按发射频率分别提出的射频/微波阈限值(1989—1990年)如表1所示

表1 美国政府工业卫生医师协会提出的射频/微波阈限值(1989—1990年)

频率	电场强度 (V^2/m^2)	磁场强度 (A^2/m^2)	功率密度 (mW/cm^2)
0.01—3MHz	377 000	2.65	100
3—30MHz	$3\,770\times900/f^2$*	$900/37.7f^2$	$900/f^2$
30—100MHz	3 770	0.027	1
100—1 000MHz	3 770f/100	f/(37.7×100)	f/100
1—300GHz	37 700	0.265	10

* f:频率(以MHz计)

苏联所公布的射频对一般居民的公共卫生标准(1978年)如表2:

表2 苏联一般居民的射频公共卫生标准(1978年)

频率(MHz)	电场强度(V/m)
0.03—	20
0.3—	10
3—	4
30—300	2

微波

波长为1 mm—1 m的无线电波,通称微波(microwave, MW)。相应频率为300—0.3 GHz。同X射线、紫外线、可见光、红外线及射频辐射一样,究其物理学本质,均属于电磁辐射,但从其对生物体的作用而言,X射线为电离辐射,余则因为它们所发射的量子能量太小,不足以引起组织的电离作用,被称为非电离辐射。

应用　随着电子科学技术的发展,微波应用日趋广泛。除应用于雷达导航、探测、通讯、电视和核物理等研究技术外,还用于工业上的加热干燥(木材、塑料、棉纱、食品、药物……等)、医学理疗和家用微波炉等。在生产、调试、测试、维修、使用微波设备和部件的人们,均有可能接触微波辐射。这类人工电磁辐射源除产生职业危害以外,还构成了新的环境污染——"电磁污染",可干扰一定频率的电子仪器设备、家用电视、电讯,甚至可威胁携带心脏起搏器患者的生命安全。国际上统一使用915 MHz和2 450 MHz作为微波加热设备用的频率。

发生　微波辐射是由磁控管或速调管经高频电磁振荡发生。随发射类型可分连续波和脉冲波;按波长可分为分米波、厘米波和毫米波。微波辐射强度以功率密度(mW/cm^2, $\mu W/cm^2$)表示。

生物学作用 微波对生物体的作用,除决定于微波的辐射强度和波长(频率)外,还与生物体的大小、几何形状和电学性质有关,这些因素决定了微波是否被反射、散射、折射、透过和吸收,或这些作用的组合。只有被生物体吸收的能量,才产生微波的生物学效应。一般而言,频率越高,被生物体吸收越多,但某些频段的微波则并不如此。微波能量被组织吸收时,因振荡电场使组织极性分子发生旋转、扭转、拉长或摩擦等运动,使微波能转变为热能。其转变效率与微波的频率和功率成比例。组织含水量的多少,影响着微波能量的吸收。实验发现,肌肉和含水分多的内脏器官,受微波照射后所产生的热量,要比脂肪等含水量少的组织更多。当微波在不同组织间透过,发生入射波和反射波的相干现象时,就会发生参差不齐的吸收而产生"驻波"或"热点",这一局部就会显示出较高的功率密度。如果发生在头部中枢神经系统,则危害较大。这种微波的致热作用,一般在较高的功率密度水平时发生,并能为仪器所测量。当生物体在较低水平的微波辐射下,机体虽不产生热量而也能引起一系列的功能变化,此谓微波的非致热作用。但也不能排除在致热作用的同时还存在着非致热作用。这种非致热效应的机制,国际上至今尚无统一的看法。

对人体健康的影响 大强度微波全身辐射所致的急性危害,可在偶然事故中发生。它能引起暂时性的头痛、眩晕、情绪不安和睡眠障碍,脉搏和血压不稳定,或阵发性心动过速,有时有暂时性视力减退。

微波对人体健康的慢性影响,主要是神经衰弱综合征,有头晕、疲乏无力、记忆力减退、睡眠不佳、心悸、消瘦和脱发等。常伴有植物性神经功能失调,如手足多汗、心动过速或徐缓(心电图检查可发现窦性心动过缓或窦性心律不齐,有时可见右束支传导阻滞)、血压波动或偏低,有迷走神经占优势的特点。女工有月经周期紊乱,男工诉述性功能减退。在职业性微波接触人群中,可见外周血白细胞总数暂时下降,脱离后可趋恢复。苏联及国内的某些报道提到有血小板下降的倾向。长期接触大强度微波的部分人员中,发现有晶体的点状和小片状混浊,但未见视力障碍。早年文献报道微波致白内障病例,中国在近2 000名微波职业人员的体检中,未发现白内障,但晶体混浊的阳性率似高于对照组。美国曾对2 000名海军雷达兵进行了连续3年的流行病学调查,未发现在死亡率、患病率、生育能力及子代健康等方面与对照组有明显的差异。此外,还有一些免疫功能、体内激素水平、心理行为状态等改变的报道。但一致认为,除了微波所致晶体混浊为非可逆性变化外,余则均属功能性和可复性改变。动、植物实验中发现的微波致突变作用、畸胎作用、精子生存障碍以及细胞膜通透性和酶学等方面的改变,均仅作参考。因为至今尚难找到一种在几何形状、体积大小、结构性质与人相似的实验模型。

微波辐射所致环境污染而引起人们的心理不安,多因通过对雷达、微波通讯、电视等干扰间接所致,至今没有确切依据说明电磁污染对人群健康的影响。

卫生标准 由于人们对微波的非致热效应认识上的差异,致使美、苏两国的微波辐射卫生标准存在着1 000倍之差。经过近20年的深入研究,双方均开始考虑各自观点的局限性。中国的《微波辐射暂行卫生标准》建议(一天工作8 h计)连续波为50 μW/cm²,脉冲波为25 μW/cm²;如功率密度>1 mW/cm²,必须使用个人防护用品。苏联1976年规定微波的容许照射强度为10μW/cm²;如一日内受照时间<2 h则为0.1 mW/cm²;<20 min为1 mW/cm²。美国政府工业卫生医师协会1989—1990年提出接触微波的阈限值为:100—1 000 MHz时为f/100 mW/cm²(f为频率,以MHz计);1—300 GHz为10 mW/cm²。苏联及其他一些国家采用1/10的职业性接触容许值作为居民区公众的卫生标准。

防治 预防微波辐射应注意:

(1) 加强对设计、工艺技术人员的安全教育,使微波设备在设计、加工生产中就考虑防止辐射能的泄漏和对辐射源的有效屏蔽。

(2) 在调试微波发射机时,使用等效天线等的功率吸收器;用金属材料屏蔽辐射源,有时也可使用微波吸收材料(市售吸收材料在使用前须经测试)。

(3) 使用个人防护用具:特制的金属镀膜微波防护镜和防护服。经使用一定时间后,均应进行效率测试,发现失效应及时更换。

(4) 在无法屏蔽辐射源时,可采用屏蔽小室和屏蔽帘隔离现场操作者或采用远距离操作。

(5) 对向室外环境发射的微波能,需进行监测和限制,以防对环境的污染。

对于受微波影响的病人,可采用中西医结合的对症处理,并暂时脱离接触微波源。个别神经衰弱严重者,可考虑给予适当的休息。

紫外线

位于电磁波谱紫色光之外,波长从10—400 nm的辐射线,称为紫外线(ultraviolet, UV)。波长从10—100 nm段为真空紫外,有电离辐射作用。太阳为紫外辐射的自然来源,其波长和强度随海拔高度、季节、时间而发生很大的变化,波长<290 nm的紫外线被大气电离层中的臭氧所吸收,不能到达地球表面。人工紫外线则来自很高温度的光源和热源。一般认为,凡是表面温度超过1 200℃的物体,都能辐射出紫外线,所发射的紫外线波长,随着辐射源温度的升高而缩短。紫外线的生物学作用,因波长的长短而各不相同(见表)。

发生源 生产条件下紫外线产生于:①当焊接或气割的温度达3 000℃以上,能发射出宽频带连续能谱的紫外线。等离子焊接所产生的温度更高,发射出功率很强的

紫外线。②应用于印刷工业的摄影、制版及拍摄电影等行业中的高、低压汞弧灯、高压氙灯、闪光灯、石英闪素灯、荧光灯及灭虫的黑光灯等，也可发射不同波长的紫外线。③温度在3 000℃以上的电极炼钢，常发射波长<290 nm的紫外线。④户外作业者所受的紫外线照射主要来自阳光，其波长为290—400 nm。

紫外线的波长与生物学作用

名称	波长(nm)	光子能量(eV)	生物学作用
真空紫外线(vaccum UV)	<100	>7.7	只在真空状态下存在，有电离作用
远紫外线*(UV—C)	100—280	4.4—7.7	具有杀灭细菌的作用，称杀菌线，253.7 nm波长的杀菌作用最强
中紫外线(UV—B)	280—315	3.9—4.4	红斑及晒黑作用，能被皮肤上皮层和眼角膜吸收
近紫外线(UV—A)	315—400	3.1—3.9	可产生荧光，能增强中紫外线的作用

* 这一段划分很不统一，有从160 nm开始，也有从200 nm为起点。本表数字系引自 World Health Forum 1985, Vol 6, No.1, P52

生物学作用 适量的紫外线照射能增强人的体质和抵御传染病的能力，促进体内维生素D_3的合成，维持正常钙磷代谢和骨骼的生长发育。特别对婴幼儿和孕妇来说，紫外线的照射更属必需。紫外线能兴奋交感—肾上腺系统，促进体内某些激素的分泌，提高非特异性免疫功能，是人类赖以生存所必不可少的因素之一。然而，过量的紫外线照射则对健康不利，最易受伤害的是皮肤和眼睛。

紫外线可抑制DNA的合成，使多核苷酸链中碱基形成二聚体，破坏DNA的正常结构，导致DNA的转录与复制功能受阻。照射的剂量与二聚体形成的数量呈正比关系，以253.7 nm波长的紫外线作用最为强烈。紫外线对人体的益或害，主要取决于所接触的波长和剂量水平。

对人体健康的危害 有以下几种。

电光性眼炎 波长范围在250—320 nm的紫外线，可引起角膜、结膜炎，角膜对紫外线的最敏感波长为265—275 nm。紫外线射到眼部后，主要由角膜和结膜的上皮细胞所吸收，可引起上皮细胞肿胀、脱落、使角膜上的神经末梢裸露，产生剧烈的疼痛。潜伏期一般为4—8 h，最短30 min，最长不超过24 h。轻症和发病早期仅有双眼异物感和轻度不适，重症有眼部烧灼感和剧痛、高度畏光、流泪、眼睑痉挛等。检查时可见球结膜充血、水肿，瞳孔缩小，角膜有点状甚至小片剥落。有时可使眼睑皮肤亦呈红色。本病预后良好。急性症状在12—24 h内可逐渐消退，3—6 d恢复正常。反覆发病者，可引起慢性睑缘炎和结膜炎。角膜变化与结节状角膜炎类似，可使视力受损。本病多因受电焊弧光照射发病，故称电光性眼炎。眼睛离光源越近，暴光时间越长，则越易发病。很强的紫外线也可造成眼底的损伤。眼底最敏感的波长为270 nm。电光性眼炎的治疗原则为解痉、止痛和防止感染。发病后即时止痛可采用表面麻醉剂(如0.5%—1%地卡因)，待症状缓解，停止使用；对疼痛稍重者，可用1%地卡因软膏涂于结膜囊内，此为急救的临时措施。滴用氯霉素、新霉素或卡那霉素眼药水可以防止继发感染。采用局部冷敷，针刺合谷、风池等穴位也可收到一定效果。劝告病人戴防阳光眼镜。

皮肤红斑反应 紫外线照射可灼伤皮肤，受照皮肤可潮红，具痛感，严重时形成弥漫性红斑，甚至出现水泡。潜伏期数小时，有时长达12—24 h。几天后红斑消退，皮肤开始脱屑，并有色素沉着。

光感性皮炎 指劳动者接触某些化学物质后，再接受紫外线照射而发生的皮肤病变。

诱变和致癌作用 紫外线照射哺乳动物细胞可引起突变，突变率与照射剂量成正比。紫外线可引起动物皮肤癌。以波长<320 nm的紫外线诱发皮肤癌的可能性较大。据国外调查，户外作业者的皮肤癌发病率，明显高于室内工作人员。然而，迄今尚无充分的证据证实在工厂内因接触紫外线而发生皮肤癌。

其他危害 波长<250 nm的紫外线，可分解氧分子形成有毒和不稳定的臭氧。波长在160 nm以下的紫外线可分解分子氮，在氧原子存在时，可形成氮氧化合物。在大气受汽车废气污染情况下，可产生所谓光化学烟雾。此外，四氯化碳和三氯乙烯经紫外线照射后，可形成毒性更大的气体，如氯化氢和光气。

预防 户外作业者应戴防阳帽，穿白色反光衣服。雪地行走时戴防阳镜。生产环境中，接触紫外线者应穿由不透光材料制成的衣服。预防电光性眼炎的重点是用挡光屏板隔离辐射源。电焊工及辅助工均需戴防护眼镜或面罩。电焊操作区要有充足的照明条件，以防止先点火后戴防护面罩。禁止非电焊工进入操作区，教育电焊工遵守操作制度。根据光源的强度和不同的工作距离，采用合适的防护眼镜。电焊场所应有足够的通风，以防电焊烟雾的危害。

虽有不少国家公布了紫外线照射的容许值，但由于测定上的困难，至今未得到实际应用。

红外线

红外线(infrared ray)是电磁波谱中波长为0.78—1 000μm的一部分。大多数发射紫外线和可见光的光源，都有可能同时存在红外线。红外线的潜在危害，主要来自人工辐射源。根据国际照明委员会的规定，将红外线分成红外线A(0.78—1.4μm)、红外线B(1.4—

$3\mu m$)和红外线C($3—1\ 000\mu m$)三个波段。红外线的量子能量为 0.008—1.5 eV，由于能量水平低，不足以使原子上的电子脱离轨道，所以很少能直接参与生物组织的化学反应，也不能引起电离，其主要作用是热效应。因此通常又把红外线叫做热射线或热辐射。

产生 太阳是自然界对地球最强的红外线辐射源。生产环境中的红外线辐射源有各种冶炼炉或加热炉、炽热的金属、熔融的玻璃、某些强光灯具(钨丝灯、氙灯等)、焊弧、等离子体焊炬、加温干燥用的红外线发生器及红外激光器等。辐射体表面的温度越高，发射的红外线波长越短。例如表面温度为 1 000℃时，发射总能量中有5%的波长$<1.5\ \mu m$；1 500℃及 2 000℃时，则波长$<1.5\ \mu m$的红外线相应占 20%及 40%。

对人体的作用 大多数生物组织对 $1.5\ \mu m$以上波长的红外线不能透过；对于眼睛介质，$1.3—1.5\ \mu m$的透过能力亦差，而$0.7—0.9\ \mu m$则能透过90%，$1.07—1.15\ \mu m$能透过 70%—80%，并可到达视网膜；对于皮肤有较大透过能力的是波长 $0.75—1.5\ \mu m$的红外线，峰值为$1.1\mu m$，后者入射于角质层时，有20%能量可到达5mm的深度。近年提出以$1.4\mu m$作为近红外线的上限，就是由于考虑到波长范围与透过组织能力的关系。

适量的红外线照射有益于健康，剂量较大时对角膜、虹膜、晶体和视网膜等都有不同程度的影响。作用部位随波长而异，损伤角膜的红外线波长，主要在 $2\ \mu m$以上。$1.4—1.6\ \mu m$和 $1.8—2.0\ \mu m$波长的红外线，除损害角膜外，还可损伤晶体，形成白内障。由于晶体本身没有血液循环，只有体液的渗透和弥散，因此，一旦吸收了红外线能量，散热极为缓慢，加上由虹膜和房水吸收的一部分辐射热也传至晶体，可使晶体升温而发生混浊。据国外报道，玻璃工和炼钢工连续接触 $0.08—0.4\ W/cm^2$强度的红外线 10—15 年，可出现晶体混浊。波长$<1.3\ \mu m$的红外线，对虹膜的危害相对较大，并能损害视网膜。

皮肤表层的温热感受器，对红外线很敏感。当皮肤温度处于 32—37℃范围时，温度的上升率达每秒 0.001—0.002℃，就会产生温热感。温热感的程度，取决于受照面积和受照处温热感受器的密度。受照面积越大，温热感的阈值越低。皮肤温度上升到 44.5±1.3℃以上，即出现灼痛感甚至灼伤，但这种情况在生产上很少发生。

预防 穿白色工作服可防护皮肤。戴含氧化亚铁的护目镜可防护眼睛。

为了防止白内障，美国政府工业卫生学家会议提出，$>0.77\ \mu m$波长的红外线的安全限量为 $10\ mW/cm^2$。

激光

激光(laser)是由处于激发状态的原子、离子或分子在光子作用下，形成受激辐射而产生的一种具有高度方向性、单色性和极大亮度与高能量或高功率密度的光束。因所采用的工作物质不同，激光器可分为固体(如红宝石、钼石榴石)、气体(如二氧化碳、氦、氖)、液体(有机染料)和半导体(如砷化镓)等。激光器的发射类型有连续波和脉冲波两种。连续波输出功率从数毫瓦到数百瓦，脉冲波峰功率可高达 $100—900\times10^6$W。受照面上的激光强度，连续波以功率密度(W/cm^2)表示，脉冲波以能量密度(J/cm^2)表示。激光可用于材料加工(打孔、切割、划线、焊接)、测距、制导、准直、计量、通讯、全息照相等，在医学上用于眼科、皮肤科及肿瘤等疾患的治疗，特别值得重视的是在国防军事方面和科学研究等领域中具有广阔应用前景。

对人体的伤害 激光可损伤眼睛、皮肤和内脏器官，其中以对眼睛的伤害和视觉的影响最为明显。一般认为，如辐射强度不致使眼睛受害，则身体其他部位受害的可能性很小。

对眼的损害 损害的部位及程度与其波长、辐射强度、曝光时间、入射角度和光源类型(点源或扩展源)等因素密切有关。眼组织对激光的吸收，遵循普通光源的一般原则，其吸收后的作用远大于同波长的普通光源，因激光具有比普通光大得多的光强和破坏力。不同波长的激光，通过眼睛的角膜、晶体和玻璃体的透射率也不同。可见光和短波红外线波段的激光，经晶体聚焦，可使投照在视网膜上的光斑强度比在角膜的入射强度大 500×10^3倍，从而可使视网膜严重灼伤。眼组织的这种光学增益作用和对各种波长激光的选择性吸收，就使眼睛成为激光伤害的要害器官。激光比普通光具有更大危险性的另一特点是光源扩散角小，光线准直。它作用在视网膜上的视象愈小，能量密度就愈大，伤害更为严重。又因激光具有相干特性，相同波长的能量可以叠加，致使激光有比普通光大得多的能量和破坏力。视网膜遭受激光照射后，有突发性眩光感，并出现视力模糊(视物不清、视物变形)以至视觉丧失，而并无痛感。

激光除了可造成视网膜伤害外，对眼角膜、晶体和虹膜均可造成损伤。人眼角膜对 290—315 nm的紫外激光特别敏感，100—280 nm的紫外波段也可引起激光性角膜、结膜炎。紫外激光对眼的伤害远比一般电光性眼炎严重。角膜对 140 nm的紫外激光，吸收率也高，轻度可使角膜形成灰白色斑和混浊小点，中度可灼伤角膜形成角膜全层白色伤斑，严重时可使角膜溃疡或穿孔。晶体可吸收 300—400 nm 的紫外激光，特别对 950—1050 nm红外光吸收尤为突出，可引起晶状体混浊，直至发展为白内障。激光可使虹膜烧伤和破裂，形成斑痕后可使瞳孔变形。

上述情况多发生在意外事故中，事故性激光伤害常见于一侧眼睛。长期、经常接受小剂量和散射性激光照射，可有神经衰弱的主诉，并伴有视力疲劳、眼干、眼重或眼痛等非特异性症状。体检可发现轻度的视力下降和暗

适应时间的延长，脱离接触后均可先后恢复。激光对眼的意外伤害，除个别人发生永久性视力丧失外，多数经治疗后可有不同程度的恢复。

对皮肤的伤害　仅次于眼睛。随着使用范围的扩大，大功率激光器的增多，决不能轻视其对皮肤的伤害。当激光器发射功率在 0.5 W以上时，不但能使皮肤灼伤，还可引起工作服着火。引起皮肤损伤的主要波段为250—320 nm的紫外激光，可表现为红斑、水疱以至皮肤退色、焦化、溃疡。其灼伤程度，除取决于激光功率外，皮肤的着色程度（色素分布状态），曝光面积及时间等均有很大影响。

只有高能量激光（达数十焦耳以上）照射体表才能使内脏器官致伤。体内各种组织对不同波长的激光吸收不一，表现为各脏器损伤程度的差异。激光照射，可使血管内血栓形成而危及生命。

对机体损伤的机制　多数是根据对眼睛的研究。一般认为激光具有热效应、压力效应、光化学效应及电磁场效应。至于以哪种效应为主，需视波长和激光器工作方式等而定。

防护　对激光的防护除了应注意防止直射光束的危害外，亦应重视防止激光的靶点光斑反射光、散射光或周围物件引起的漫反射：①各类激光操作室、车间、试验场地应根据不同激光器类型、输出功率和用途制订相应的安全操作规程。必须对新工作人员进行就业前双眼的医学检查、安全教育，经过操作训练后才允许进入操作区。②操作室尽可能采用高亮度照明。内墙、地板、天花板以深暗色调为宜或采用吸光材料。工作台面、门窗把手、仪表板面等，不能用明亮反光的材料，以防反射和漫射光。③激光器的光束通道上，要设置封闭、不透光的耐热防光罩。防光罩的开启应与激光器的中断开关相连。④工作服以反射较强的白色为妥。根据激光波谱，选择带边罩的护目镜。⑤定期对工作人员进行体格检查，重点为眼睛。此外要防止激光操作过程中逸散出的有害气体、金属烟尘，注意高压电源。

关于激光的安全标准，目前国际上有几十种建议，其数值相差悬殊，难以取得统一。中国的激光安全性卫生标准即将颁布。

电离辐射

凡具有足够的量子能量，能直接或间接地引起物质电离的辐射，称为电离辐射（ionizing radiation）。各种天然的和人工的放射性核素都能自发地发生核结构的变化而放出电离辐射。反应堆、加速器等装置也能产生电离辐射。它们统称电离辐射源。各种电离辐射就其与物质相互作用的性质可以分为直接致电离粒子和间接致电离粒子两类。直接致电离粒子是指那些具有足够的动能，能借助于碰撞直接引起物质电离的带电粒子，如α粒子、β^-粒子、β^+粒子等。间接致电离粒子是非带电粒子，不能直接使物质电离，而要通过其与物质相互作用释放出次级带电粒子，再引起物质的电离。如X射线、γ射线是通过次级电子使物质电离的，而中子是通过α粒子、质子、重反冲核等次级粒子引起物质的电离。

X和γ射线

X射线（X-ray）又称伦琴射线，是Roentgen于1895年发现的。实际上，凡高能电子束受到致密物质阻止时，因原子核内层电子被轰击而产生高能量的辐射称为X射线。X射线是一束波长不等的连续的混合射线，波长为10^{-2}—10^{3}nm。γ射线（γ-ray）是处于激发状态的原子核回到稳定状态时发射出来的光子流。当放射性核素发生β衰变和许多α衰变的原子都放出γ射线。X射线和γ射线都是电磁波，只是X射线是原子核外部产生的，而γ射线是由原子核发射出来的。X射线和γ射线与红外线、可见光、紫外线一样，都具有一定的波长，只是它们的波长比其他几种要短，而γ射线的波长又比X射线更短，通常在10^{-4}—10 nm范围。它们的传播速度与可见光一样，在真空中每秒传播 3×10^{12}m。

光子不带电，因而在物质中X和γ射线不能像α、β粒子那样直接使物质产生电离或激发，但是它们产生的电子会使物质产生次级电离。

X和γ射线的穿透能力极强，在空气中可以传播数十米至数百米，因此会对机体产生严重的外照射危害。在内照射方面，由于X和γ射线在组织中的射程长，加给组织的能量较少，故在相同强度下它对体内的危害不如α或β辐射那样大。X和γ射线的品质因数被定为1，在防护上，重点是防护外照射，常利用高原子序数的物质如铅、铁、混凝土等材料进行屏蔽。

为了迅速计算屏蔽层的厚度，常应用半减弱厚度这个量来计算，半减弱厚度是将X和γ射线的照射量率减弱一半所需屏蔽层的厚度。下表列出了几种常用的吸收物质对不同能量γ射线屏蔽时的半减弱厚度值，再根据对操作处照射量率的要求，可以粗略地估算出屏蔽层的厚度。

γ射线的半减弱厚度值（cm）

γ射线能量	吸收物质		
（MeV）	水	混凝土	铅
0.5	7.1	3.7	0.4
1.0	10.3	5.0	0.9
1.5	12.3	6.3	1.2
2.0	14.2	7.6	1.5
2.5	16.1	8.4	1.6
3.0	17.8	9.1	1.6
^{137}Cs的γ线	0.3	4.8	0.65
^{60}Co的γ线	0.7	6.2	1.2
^{226}Ra的γ线		7.0	1.66

α射线

α射线(α-ray)是放射性核素的原子核发生α衰变时发射出来的带正电荷的粒子流。实际上α粒子就是氦元素的原子核($^{4}_{2}He$),由两个质子和两个中子所组成,带两个正电荷。放射性核素经α衰变后它的原子质量数A减少四个单位,原子序数Z减少两个单位。如果用X表示母体核素,Y表示子体核素,则α衰变可用下式表达:$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + \alpha + Q$,式中Q为衰变能,是由母体核素衰变成子体核素时释放出来的能量,该能量被子体核素和α粒子所分得。

由于α粒子有巨大的质量和相当高的速度(约为光速的1/20),所以它具有很高的动能。从天然放射性核素放射出来的α粒子通常具有4—9 MeV的能量。在α衰变中放射性核素放出的α粒子能量都是单一的,但是伴随有γ射线的α衰变核素常常放出不止一种能量的α粒子。例如$^{226}_{88}Ra$的α衰变伴有γ射线,它放出的α粒子具有两种不同的能量,一种为4.78 MeV(占总强度的95%),另一种为4.60 MeV(占总强度的5%)。

由于α粒子的巨大质量和带两个正电荷,在物质中,α粒子能使物质产生强烈的电离或激发,从而损失其能量。当其能量完全损失时,α粒子将获得两个电子,变成一个中性的氦原子。α粒子在单位距离上产生的离子对数目称为电离密度,它在某种物质中穿过的距离称为在该种物质中的射程。α粒子在空气中的电离密度大约为每厘米10 000—70 000离子对。由于α粒子的电离密度大,在很短的路程中就将能量消耗完了,所以α粒子的射程很短:在空气中约为2—9 cm,在组织中仅为0.03—0.07 mm。α粒子的穿透能力很低,在体外照射时,能量最高的α粒子刚能穿过人体皮肤的角质层,因此不会对人体产生外照射的危害。在防护上,一层薄纸就可将α射线挡住。但是由于α粒子的电离密度大,一旦进入体内,能使局部组织受到很严重的内照射危害,因此在操作时要特别谨慎,严格防止这类核素经呼吸道、消化道或破损的皮肤进入体内。

各种不同类型的电离辐射照射某一机体组织时,即使其吸收剂量相同,所引起生物效应的程度是不一样的,因此,在放射防护领域里,采用了品质因数(Q)来粗略地表示同样吸收剂量下各种类型的辐射产生的生物效应的严重程度。品质因数是指某辐射在单位长度介质中因电离碰撞而损失的平均能量,又称线质系数。由下表可见,在相同的吸收剂量下,α粒子要比β射线、γ射线及中子等所产生的生物效应严重得多。

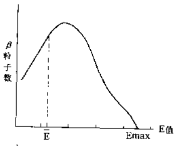
各种辐射类型的品质因数(Q)值

射线种类	Q
X射线、γ射线、电子	1
裂变中子和未知能量的中子、质子、静止质量>1原子量单位的单电荷粒子	10
在内照射中的α粒子,电荷数未知的粒子	20

β射线

β射线(β-ray)是放射性核素的原子核发生β衰变时发射出来的高速电子流。当放射性核素发生β衰变时,如核内一个中子转变成一个质子,则放出一个负电子(β^-);如核内一个质子转变成一个中子,则放出一个正电子(β^+),前者带一个单位负电荷,后者带一个单位正电荷。由于β粒子的质量极为微小(约为α粒子质量的1/7300),经β衰变后子体核素的质量与母体核素一样,只是原子序数增加或减少一个单位。β^-衰变和β^+衰变可分别用下式表达:①$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + \beta^- + \nu + Q$。②$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Y + \beta^+ + \nu + Q$。上两式中ν为中微子,衰变能Q由子体核、β粒子和中微子共同带走。β衰变时原子核往往处于激发状态,常伴随有γ射线的发射。

与α粒子的单一能谱不同,β粒子的发射具有连续能谱,其电子能量可从0到某一最大值(见图),通常用平均能量$\bar{E}$和最大能量E_{max}来表示β粒子的能量。放射性核素发射的β^-粒子平均动能大约为最大动能的1/3,β^+粒子的平均动能大约是最大动能的40%。



典型的β连续能谱

在物质中,β粒子能引起物质的电离和激发,从而使能量损失,能量较高的电子(>1 MeV)还会与物质的原子核发生作用产生韧致辐射。由于它质量小、带的电荷少,在每厘米路程上产生的离子对没有相同能量的α粒子产生的离子对多,在空气中,电子的电离密度大约为每厘米60—7 000离子对。β粒子在物质中的射程则比α粒子要大,在空气中,β粒子的射程由十几毫米到数米;在

组织中的射程也可达几毫米,甚至十几毫米。β粒子在不同介质中的射程见下表,可见β射线的穿透能力要比α射线强,因此对人体具有一定的外照射危害。但由于β粒子的电离密度比α粒子小,所以在体内引起内照射的危害不及α粒子大.

在防护上,常用原子序数低的材料如有机玻璃、塑料等屏蔽β射线,几层铝箔也可有效地阻挡β射线(见下表)。为防止高能β射线引起的韧致辐射的照射,可选用原子序数高的材料作外屏蔽层。在放射防护领域里,β粒子的品质因数Q值被定为1,即β粒子产生的生物效应危害程度为α粒子的1/20

β粒子在不同介质内的射程(cm)

介质	β粒子能量(MeV)					
	0.1	0.3	0.6	1.2	2.4	3.0
空气	13	80	220	500	11	1 450
水	0.011 0	0.07	0.170	0.43	0.96	1.25
铅	0.004 6	0.03	0.075	0.175	0.38	0.49

中子

中子(neutron, n)是从原子核中发射出来的不带电的粒子,它的质量大致与质子相等。自由中子是不稳定的,以半衰期约为12.8 min的时间发生β衰变,生成质子和电子。通常根据能量范围将中子分为几类:慢中子(能量在0—0.1 keV,其中能量在0.025 eV左右的中子又称为热中子),中能中子(能量在0.1—20 keV),快中子(能量在0.02—10 MeV)和高能中子(能量>10 MeV)。中子能以多种方式产生,应用放射源和一定的靶物质借助(α, n)或(γ, n)反应可以产生中子,如镭铍源中镭放出的α粒子打在铍靶上会产生中子。1 g镭可产生10—15×10^6n/s。在加速器中,用高能粒子打击靶时也产生中子,回旋加速器能产生7×10^{12}n/s。反应堆中核燃料裂变过程也产生中子,每次裂变平均发出2.5个中子,所以反应堆是很重要的中子源。此外,某些超铀元素也可以作为中子源,它们在自发裂变时会放出中子。

由于中子是不带电的,当它与物质相互作用之前,在物质中可以自由地运动,射程很长。因而中子对机体的损伤可遍及整个人体,外照射的危害很大。快中子与机体组织中的氢原子(占人体中原子的2/3)产生弹性散射,此时中子的一部分能量交给氢原子核,使其成为反冲质子,后者又通过电离组织而损失能量,快中子本身则被慢化。当快中子深入机体组织4—6 cm处时,约有一半快中子转化为慢中子。中能中子在组织中主要过程是吸收,吸收了中子的核放出α粒子、质子或其他粒子,这些粒子在组织中引起次级电离,热中子在组织中主要被俘获,处于激发态的核放出γ射线而回到正常状态。因此,在组织中中子的能量是多变的,而不同能量的中子又产生不同的作用,一般认为中子产生损伤的有效性是γ射线的2.5—10倍

由于中子和质子质量大致相等,所以中子与氢核(质子)相互撞击时能量损失最大,而与重核相撞击时只损失一小部分能量。因此中子易被含氢原子多的轻物质所吸收,而能穿过很厚的重物质。在防护上,轻物质如水、石蜡、硼和特殊金属(如镉)常用作中子的屏蔽材料。由于中子与物质相互作用时还有γ射线放出,可在上述屏蔽层外再加一层重物质来屏蔽γ射线。

在放射防护领域里,中子的品质因数是根据中子能量而定的(见表)。

中子平均品质因数($\bar{Q}$)值

中子能量	Q	中子能量(MeV)	$\bar{Q}$
0.025—100 eV	2	10	6.5
10 keV	2.5	14	7.5
0.1 MeV	7.5	20	8
0.5—1 MeV	11	40	7
2.5 MeV	9	60	5.5
5 MeV	8	1×10^4	4
7 MeV	7	$(2—4)\times10^2$	3.5

对于裂变中子和未知能量的中子其$\bar{Q}$值取10。由于没有天然中子源的存在,中子源进入机体内的机会是极少的,因此可不考虑其内照射的危害

空气离子化

空气离子化(air ionization)是指自然或特定环境中的大气因电离辐射、高压放电、紫外线照射和人为条件等致使空气分子发生电离,形成带电荷的阴离子和阳离子的现象。空气离子的过少、过多,阴、阳离子比例的不当,都可以对人体健康带来不良影响。空气离子化与健康的关系是预防医学研究的重要内容之一。

空气离子化的形成 大气环境中的宇宙射线、地壳表面的放射性物质、雷击闪电、大雨撞击、瀑布、喷泉、海滨浪花以及植物花卉开放挥发芳香物质等自然因素,均可使空气离子化。生产环境中的电离辐射、人工紫外线、机械设备的转动、织物摩擦、化学反应、火焰燃烧以及工业生产中采用的射流、束流技术、压缩空气、喷雾风扇、喷漆或液槽通入蒸汽等人为因素也可使空气离子化。目前医疗上已应用空气离子发生器治疗某些疾病。

空气中所带阳电或阴电的空气离子,其直径<800 nm的称为轻离子($n^{\pm}$)。由轻离子附着在沉降或飘浮中的粉尘或气溶胶上,形成直径为2 600—5 500 nm的为重离

子($N^{\pm}$)。它们在对流层空气中的浓度,因电离、扩散、稀释、中和、表面吸附、沉降地面及气候条件的改变而不同,在一定地区可基本上达到动态平衡。一年中和一日内也可因季节、早晚而有一定变化。生产环境空气中的空气离子化可随生产和工艺过程的不同,或因粉尘、烟、雾、化学气体的逸出以及空气的超净化等影响因素而异。

自然环境中的海滨、山村乡间、树林、花园、瀑布、喷泉等空气新鲜洁净地区,空气中阴离子含量相对较多。城市、街道、人群拥挤的公共场所和通风不良的居室等处则阴离子较少。有α、β、γ、X线和人工紫外线存在的生产场所,空气中阴离子占绝对优势。生产环境中有自激放电、电晕放电的车间,如超高压静电除尘、高压电器的短路火花等处空气中也以阴离子为多。开放性火焰、熔融金属、搪瓷涂烧、粉尘飞扬、棉纱化纤织物的纺织工艺等处空气中以阳离子为多。微电子工业的超净化车间空气中阴、阳离子均明显减少。

空气中离子数,可用离子浓度测定仪进行检测。以每立方厘米空气中轻、重、阴、阳离子数表示。一般用阳离子数与阴离子数之比,即单极系数(q)说明阳离子超出阴离子浓度的倍数($q=n^+/n^-$或N^+/N^-);也有用重、轻离子总浓度之比($N^{\pm}/n^{\pm}$)说明空气的清洁状况。一般城市空气中,重离子较多,轻离子常在1 000/cm³以下;在乡村、高山、海边空气洁净处,以轻离子为多,有时可达2 500—40 000/cm³或更多。

空气离子对健康的影响 经临床研究和现场观察,空气离子对人体各系统均有不同程度的生物效应。

神经精神系统 阴离子经呼吸道吸入后,刺激神经末梢感受器,能调节中枢神经的兴奋和抑制,改善大脑皮质的功能,缩短感觉时值,具有镇静作用。有助于消除疲劳,使人精力充沛,精神振奋,注意力集中,工作效率提高,并产生良好的心理活动;而阳离子则使人情绪暴躁,盲目行为增多。

呼吸系统 阴离子明显改善肺的通气量,增加肺活量,促进气管纤毛运动,增加肺泡CO_2张力,有助于O_2的吸入和CO_2的排出,减少对创伤的易感性,能解除平滑肌痉挛。人吸入含阳离子浓度较高的空气,可出现鼻咽和口唇干燥,鼻塞,头痛,呼吸量下降。例如,5名受试者的正常呼吸量为35 L/min,接触阳离子后降低到25 L/min。

心血管系统 人吸入空气阴离子后心率减缓,血压降低,冠状动脉血流量改善,并对心脏有一定的镇静作用。7名距喷泉4 m的20—30岁健康男性,吸入浓度为2 000—3 000/cm³的空气阴离子1 h后,心电图R-R间期、R波和T波均延长。阴离子可使血管舒张,阳离子则具有缩血管作用。

其他方面 空气阴离子可影响植物神经系统的应激功能,增加淀粉酶和过氧化酶的活性,使甲亢病人的氧耗降低,机体非特异性免疫功能增强。

一般认为阳离子对机体有不良作用。如离子浓度不大时,阳离子可作用于交感神经,而阴离子则作用于副交感神经系统。阴、阳离子的适量组合,对人体维持正常生理功能和对疾病的治疗、康复带来积极影响。如浓度为20 000—30 000/cm³时,阴离子呈现良好作用而阳离子则相反;如浓度超过10^6/cm³时,则不论阴、阳离子,对机体均产生不良作用。

空气离子缺乏也可使人不适。如在空气超净化的车间中工作的人,常诉述头昏、疲乏、睡眠不佳、食欲减退、胸闷、精神萎靡不振或情绪容易激动以及工作效率降低等。体格检查虽未发现特异性体征,但一般常见病和多发病有明显增加的趋势。

空气离子化的应用 空气离子可用于治疗或使某些疾病状况改善,如流行性感冒、高血压、支气管哮喘、风湿性关节炎、肺结核、神经性皮炎等。一般采用单极阴离子发生器进行治疗,剂量及持续时间必须根据疾病的特征和个体的特点而定。也有人提出其有效剂量n^-为15 000—20 000/cm³,n^+为5 000—6 000/cm³,治疗时间为30 min。此外,空气离子化也可在工业、农业上应用。

根据空气离子化的状况,可用以评定空气清洁度,如重离子数与轻离子数的比值($N^{\pm}/n^{\pm}$)<50为清洁空气,>50为污染空气。也可单用轻离子数作指标,郊区绿化地带的轻离子总数高于城市中心。居室内空气清洁度也可用空气离子数加以说明。

利用空气离子化可为居民创造良好的生活环境,如居民区规划时要大量绿化,设置公园、广场及喷泉,在郊区设置疗养地等。也可在教室、体育厅、办公室和特殊生产场所等室内,装置人工离子化设备,在空气调节器中送入阴离子较多的空气,以改善室内环境。

噪声

噪声(noise)是生活和工作环境中使人感到吵闹、不适、讨厌以至难以忍受的声音。在大多数情况下,噪声由频率和强度不等的声音杂乱无规律地组合而成。但对一个集中精力思考问题和正在休息的人,即使最为美妙动听、节奏明快的轻音乐,也是一种使人烦恼的干扰。因此从广义上说,凡是为人们所不需要、不愿意接受的一切声音均属噪声。

分类 噪声分环境噪声和生产性噪声。环境噪声由交通(飞机、机动车辆、船舶)、生活(谈话、小孩哭闹及电视机、收录音机等)中发出的声音和生产性噪声的外传等组成。生产性噪声则因机器、物体的碰撞、摩擦、转动,气体压力变化的汽笛、风机和发电机、变压器发出的电磁声等所致。根据噪声产生的情况,可有连续噪声和间断噪声、稳态噪声和脉冲噪声(冲击噪声)之分。

空气或物体振动所产生的振动波,在一定频率和强度下,使人耳产生音响感觉的声波称声音。声音呈波动状传播过程中,对空气造成一定的压力称声压。使正常人耳

刚能引起音响感的声压为听阈声压，其值为 2×10^{-5}Pa。声压增大至对人耳产生疼痛感觉时(20 Pa)为痛阈声压。从听阈到痛阈间的范围称听域，它们间的绝对声压值相差100万倍。为测量和使用方便，采用对数标度——分贝(dB)来表示声压的大小。这样，正常人的听域范围为120 dB。

空气或物体的每秒钟振动次数称频率，单位为Hz。能引起人耳音响感的频率称声频，范围为20—20 000 Hz。<20 Hz者称为次声，>20 000 Hz称为超声，这两种声波，人耳均不能感受。频率的大小决定音调的高低。纯音是单个音调的声音。实际生活和生产环境中存在的声音都是由各种频率组合而成的复合音。将所测的复合音，按频率大小分段排列并绘制成曲线即为频谱曲线。根据频谱特点，可分为低频声(300 Hz以下)、中频声(300—800 Hz)和高频声(800 Hz以上)，人耳对高频声较为敏感。

不同的频率和声压都可影响人耳的音响感。根据不同声压和不同频率的声音，测出人耳的主观音响量，称为响度。以1 000 Hz的纯音作为基准音与其他不同频率的纯音比较，达到主观感觉与基准音有同样音响感时，此基准音的声压级即为该纯音的响度级，单位为phon。根据各频率声音的同一响度级绘制而成的曲线称等响曲线。声级计中的A、B、C计权网络分别模拟人耳对40、70、80 phon纯音的音响感。以A网络的声压值最接近人耳对声音的感觉特性。国际上普遍采用A声级作为噪声测量和评价的指标，所测得的声压级以dB(A)或dBA表示。

居住环境中夜间比较安静的声压级强度为30—40 dB(A)。50 dB(A)时开始影响居民的睡眠与休息，尤以老年和患病者更为敏感。夜晚噪声达61—70 dB(A)时，不易入睡或被吵醒的居民占70%左右。70 dB(A)或以上时，干扰日常谈话、注意力不集中和影响工作效率，白天车辆频繁的地区，噪声可达75—80 dB(A)。

生产性噪声由于声源的性质、分布、数量及防护措施的有无和效果的优劣等因素的不同，使各职业环境中噪声的强度和频谱特性差异很大。如有织布机、鼓风机等场所，噪声均可在100 dB(A)以上，风铲和风铆机可达130 dB(A)。生产性噪声以高频音为多。生产环境的噪声超过90 dB(A)时，对人的听觉器官就有损害作用，并可影响全身其他系统的正常生理功能。

对人体的影响 以听觉系统为主要。人们短时进入强噪声环境，开始感觉声音刺耳、不适、耳鸣，并出现暂时性听力下降；当停止接触后数分钟，听力恢复正常，称该现象为听觉适应。这是一种生理性改变。若声压级在90 dB(A)以上，接触较长时间，听力下降、听阈提高达15 dB(A)，停止接触后需较长时间(数小时至十几小时)才能恢复，称听觉疲劳。恢复所需时间的长短取决于噪声强度、接触时间的长短和个体敏感性。上述听阈升高后又复原的现象，称暂时性听阈位移。如果听觉疲劳不能完全恢复，又继续接触噪声，就发展为永久性听阈位移。此时患者会话、交谈尚正常，主观上无听力下降的感觉，听力计检查则可发现，听力曲线在3 000—6 000 Hz处明显下降，出现一低谷，主要在4 000 Hz处，但仍未影响语言频段(500 Hz，1 000 Hz，2 000 Hz)，这种情况属听力损伤。如患者继续不断接触噪声，听力损伤从高频段向低频段发展，波及语言频段，主观上感觉到语言交谈能力下降，听力检查发现听力下降达25 dB(A)时，称为噪声性耳聋或称噪声性听力丧失。噪声性耳聋的特点为早期主观上无听力异常，听力检查才发现高频段听力受损，病程进展缓慢。当发现语言频段受累时，听力下降往往已超过25 dB(A)，听力检查发现气导、骨导同时下降，属感音性耳聋。耳聋多为两侧对称［相差不大于10 dB(A)］。

噪声主要引起内耳耳蜗螺旋器的毛细胞、支持细胞及神经节细胞发生退行性变化。初期病变局限于耳蜗底部，对高频音的感觉受损。病变进一步扩大，发展至耳蜗的大部或全部。当耳蜗顶部受损时，出现语言听力障碍，耳聋症状开始明显。

噪声性耳聋的诊断 主要根据有确切的噪声接触史，听力测定显示高频段受损严重，语言频段听力下降在25 dB(A)以上，并须仔细排除了其他疾病、药物性耳聋和年龄因素等的影响。听力下降的程度可划分为轻度(25—55 dB)、中度(56—70 dB)、重度(71—90 dB)三级。

有些作业如爆破、武器试验等，由于防护不当或缺乏必要的防护措施，可因爆炸所产生的强烈噪声和冲击波造成急性听力损伤甚至丧失听力。可出现鼓膜破裂、中耳听骨移位、韧带撕裂、内耳螺旋器破损。严重时还可出现脑震荡。患者主诉耳鸣、耳痛、恶心、呕吐、眩晕。检查可发现听力严重障碍以至全聋。如内耳未受严重损伤，听力可部分或全部恢复。

噪声除影响听觉器官外，中枢神经、心血管、消化、内分泌等系统也可受累，但系非特异性变化。

噪声性耳聋的防治 早期进行听力保护、加强预防措施至为重要。其要点为：①控制和消除声源是降低噪声的根本措施。通过工艺改革，以无声、低声代替高声设备和工艺。机动车辆改用低音喇叭，规定临近居民住宅区、医院、学校等一些地段，禁止鸣叫喇叭。②采用吸声、消声、隔声和减振措施。③合理进行城市、工厂规划和厂房设计与布局。减少噪声区(车间)与非噪声区的交叉、混杂，建立合理的防护地带。④采用个人护耳器。在不少情况和环境中，当噪声难以避免和一时无法控制时，必须强调采用个人防声器具。⑤加强环境监督和健康监护。定期、定点测定生活环境和生产环境的噪声水平。做好预防性和经常性健康检查(以听觉器官为重点)。有条件的单位建立工间休息制度。

《工业企业噪声卫生标准》规定新建企业不得超过

85 dB(A)。现有企业一时达不到上述标准者，暂容许为90 dB(A)。

国务院环境保护领导小组批准的城市区域环境噪声标准值见下表：

城市区域环境噪声标准[dB(A)]

适用区域	昼间	夜间
特殊住宅区	45	35
居民文教区	50	40
一类混合区	55	45
二类混合区、商业中心区	60	50
工业集中区	65	55
交通干线道路两侧	70	50

振动

振动(vibration)是指通过各种结构，不以听觉感受器为媒介，以连续或断续的加速度作用于工作者，呈周期性变化的机械力或机械运动。振动体离开水平位置的最大位移叫振幅，单位为m。单位时间内的振动次数叫频率，单位为Hz。振动体单位时间的位移变化量叫速度，单位为m/s。振动体单位时间内的速度变化量叫加速度，单位为m/s^2。振动体离平衡位置的位移量最小时，速度最大，加速度最小；位移最大时，速度最小，但加速度最大。振动的频率、加速度、速度和位移量的大小均具有生物学效应，但以频率和加速度最为明显。生产中由生产工具、设备等产生的振动称生产性振动。

生产性振动源 生产性振动常见于下列工具和设备：①铆钉机、凿岩机、风铲等风动工具。②电钻、电锯、砂轮、养路捣固机等电动工具。③内燃机车、船舶、摩托车等运输工具。④拖拉机、收割机、脱粒机等农业机械。⑤林业用油链锯。

影响振动作用的因素有：①频率：人体只对1—1 000Hz的振动产生振动感。低频振动给人以振播或撞击的感觉，高频振动给人以疼痛甚至烧灼的感觉。低频振动吸收较少，传播较远，40 Hz以下的振动引起骨关节痛。40 Hz以上的振动易为组织吸收，其中40—300 Hz的振动，病理作用最明显。特殊情况下300 Hz以上的振动，个别人接触几周即可出现明显的病症。②加速度。③位移：位移大、频率低的振动主要作用于前庭器官，并可使内脏器官产生移位。④气温：寒冷是促进局部振动的不良作用的最重要条件之一。全身和局部受冷受振相结合，最易使尚未处于发作中的振动病患者诱发白指。⑤时间：受振动作用的时间长，对机体的不良作用就大。工间休息对预防振动病有积极意义。⑥体位和静力作业：人对振动的敏感程度与身体所处位置有关，如立位时对垂直振动敏感，卧位时对水平振动敏感。静力作业使血管受压，血循环不良，易促使振动病发生。⑦冲击力：冲击力大的振动常导致骨关节发生病变。

对机体的影响 由于作业方式、人体接触部位以至振动方向不同，机体所受振动情况各异。因此在评价振动时，应对被测工具作互相垂直的三轴向测量，并考虑上述各有关因素的影响。

按其作用于人体的方式，可区分为局部振动和全身振动。两种振动的生物学效应不全相同。生产中常见的职业性危害因素是局部振动。

局部振动 又称手传振动，是通过手、腕、前臂等作用于机体的振动。局部振动表现为组织的交替压缩与拉伸，并向四周传播。振动在组织中传导性由大至小的顺序是：骨、结缔组织、软骨、肌肉、腺体和组织。实际上，局部振动对全身各系统都有不同程度的影响：①主要作用于肢端血管、骨胳和肌肉，引起振动病。②对中枢神经系统的影响，则表现为大脑皮质功能下降，条件反射潜伏期长短不一。③植物神经功能不稳定，血压和心律高低、快慢不定，心脏可出现窦性心动过缓、窦性心律不齐及不完全性右束支传导阻滞等。④皮肤感觉功能下降，尤其是对振动觉反应迟钝、出现最早。⑤振动引起听力下降，以125—250 Hz频率最为典型。反应早期仍以高频听力损失为主，而后出现低频听力减退。振动和噪声联合作用下，可使耳蜗顶部受损，螺旋神经节细胞出现萎缩性病变，从而影响语言听力。⑥有人报道还可引起免疫系统的非特异性改变。

振动病是长期接触强烈振动而引起的以肢端血管痉挛为主的发作性疾病，同时可累及骨和关节骨质及肌肉改变，并有神经末梢感觉障碍。振动病通常指局部振动病，亦称职业性雷诺现象、振动性"白指"或称振动综合征。

(1) 振动病的发病机制：多认为是振动引起小动脉痉挛。活组织检查可发现小动脉肌层肥厚，有时还可见内膜下纤维化，致使管腔变小，减少血流分布，导致组织缺血发白。有人认为血管痉挛与交感神经兴奋，α受体功能和儿茶酚胺代谢紊乱有关。也有人发现振动病与自身免疫疾病有相似之处。

(2) 振动病的临床表现和诊断：患者主诉有手麻、发僵、疼痛和手冷、发胀的感觉。严重时出现前臂肌无力，甚至可达到手工工具突然失落的程度。对寒冷敏感，手指遇冷出现缺血发白。有时一节或多节手指呈蜡样苍白，界限分明。局部取暖后，手指渐转为紫绀，伴刺痛；后转为发红，伴热、胀感，最终恢复常态。病人有头痛、睡眠障碍等神经衰弱综合征表现。

振动病早期可出现肢端感觉异常，振动感减退，尤以辨别振动频率和振幅的能力下降为早见，其次是痛觉减退。手掌多汗，肢端皮温下降。因血管调节功能不良，冷水试验阳性。甲床毛细血管襻呈痉挛趋势，部分扭曲、变短甚至断裂。指端容积描记图呈痉挛波状。血管严重痉

挛时，手指发白，称为"白指"，以中指、无名指和食指多发。发作从远端开始，严重时可全手发白。肱动脉造影见血管变细，呈蛇形弯曲。肌电图表现为神经性损害，并伴有手部肌肉轻度萎缩。

个别重症患者，血管痉挛可累及冠状动脉和脑血管，出现阵发性眩晕、头痛、半晕厥状态和胸骨后疼痛等。

X线片检查可见骨及关节改变。病变多在腕骨、指骨、掌骨和肘关节，胸椎、腰椎少见。骨质改变有囊样变，内生骨疣（骨岛）和变形性骨关节病。囊样变发生在骨的外周。反冲力大的振动能引起无菌性坏死。有的可有上髁炎、桡尺骨茎突炎、滑囊炎、关节周围炎和肘关节骨质肥厚性关节炎。如果下肢接触振动，以上症状则出现在下肢。

中国《职业性局部振动病的诊断标准及处理原则》(GB 4869—85)按振动病的程度分为三个级别：①观察对象。②轻度局部振动病。③重度振动病。并规定振动病应和下列疾病鉴别：各种其他因素引起的雷诺症（如脊髓空洞症），以及骨质疏松症、痛风、骨结核、内生软骨瘤等所引起的同类症状。

(3) 振动病的治疗：主要是增强体质，注意保暖，适当休息和给予对症处理，如进行温水运动浴、局部蜡疗以及采用体操运动疗法等均可收到缓解症状的效果。常规用末梢血管扩张药，如α受体抑制剂盐酸妥拉苏林，β受体兴奋剂苄丙酚胺，血管平滑肌麻醉剂烟酸，外周交感神经抑制剂利血平、苯酰胺诱导体等，均可用作对症治疗。

全身振动　为频率低、位移大的振动。在强烈振动下，由于前庭和内脏的反射作用，常引起脸色苍白、冷汗、唾液分泌增加、恶心、呕吐、头痛、头晕、食欲不振、全身衰弱、呼吸浅而快、体温降低等。旋转试验可引起明显的植物神经性反应。低于 10 Hz的振动主要引起胸腹部症状，高于 10 Hz的振动可引起头部症状。在乘坐飞机、轮船、大型卡车时常因全身振动而产生上述症状统称晕动病。长期接受全身振动，可引起中枢神经、心血管、消化和内分泌系统的一系列表现，对妇女的生殖系统也有不良影响，骨—关节疾病的患病率将明显升高，表现为胸腰椎弯曲、椎间盘突出及脊柱骨骼退行性变等脊柱病变，X线和超声波检查，还可发现内脏器官下垂。

预防　改革工艺，用液压机、焊接、高分子粘结剂等新工艺代替风动工具铆接。尽可能采用减振风动工具。发放并穿戴良好的防寒服装及御寒防振手套，休息点有取暖设施。改革振动工具排气口位置。对新工人作就业前体检，有血管痉挛和肢端血管痉挛倾向者，心绞痛、高血压、植物神经功能失调及神经炎等患者，禁止从事振动作业。对接触振动的作业工人应定期体检，间隔时间为2—3年。对振动病患者应给予必要的治疗，对反覆发作者应调离振动作业。

气压

地球周围包含着大气层，其对地球表面的压力为大气压，简称气压(atmospheric pressure)。气压是构成气象条件的重要因素之一。在同一海平面或海拔高度相同的地区，气压变化极小，对生活在此区域的正常健康人毫无影响。大气层的底界起始于海平面（或地面），此处即相当于一个大气压(760 mmHg≈101.33 kPa)。随着离开底界面的升高，大气逐渐稀薄，气压降低，大气中的氧分压也随之下降，因氧气不足而使人缺氧。在低气压环境中，随缺氧的方式程度不同，可发生高山病或高空病；反之，当人们因工作需要深入水下或地下工作时，每下降10.3 m就要增加一个大气压的附加压力。人体就要受到附加压力和水下特殊环境的影响。正常人能耐受 3—4 个大气压的作用。如果因某种特殊原因或违反操作规程，人体从高气压状态急速返回常压环境，就会发生减压病。

异常气压对机体的影响可分为高气压和低气压两种情况。

高气压　高气压常见于在水下环境中工作。人体受到水的密度、比重、低温、浮力、阻力及水体压力等因素的影响。光和声在水中传播的特性也发生了很大改变。水下视觉的重要限制因素是光线被水体吸收，视力减弱。即使在中午日照良好的情况下，在 30 m水深处的视距也是很短，视力仅为空气中的 1/100 至 1/200。同时视野缩小，为空气中的 3/4。色觉也随水深而改变，长波光易被水体吸收，短波光吸收相对较弱。在净清水中，蓝绿光透过率最好，在混浊水区以橙色光的透过率较高。颜色的辨别也发生了差异，在 10 m水深处，红色被看成蓝绿色，伤口中流出的血看起来不再成为红色。在混浊的深水中，眼前一片漆黑，水下工作者全凭双手摸索进行操作。人在水下的听力下降，主要是因为声音的传导在水下以骨导为主，气导几乎不起作用，听阈大大提高。只有潜水员戴头盔，在水下没有任何阻挡的环境中，远距离听力有增强的现象，但是对声源的方向、距离等辨别力均降低。此外，不论在任何季节，人在水下都受到低温的影响，表现为外周血管先收缩后扩张。当皮肤温度下降到 31℃时，人就会感到寒冷，引起肌肉紧张发生颤抖，从而代谢率升高。当人体的产热不足以平衡热量的损失时，体温开始下降，出现冻伤、冻僵等一系列变化。如体温继续下降至 33℃以下，则心脏功能异常，运动功能受损以至意识状态阻抑，水下人员失去自控，即可发生严重事故。

人在水下能够经受均匀作用于人体表面的压力。当机体本身的含气腔室（如肺、中耳鼓室、副鼻窦）或潜水器具内供气不足等情况下，人体可受到不均匀压力的影响，引起受压组织的充血、水肿，甚至变形而发生机械性压力损伤。凡因体内含气腔室的气压与周围环境压力不均衡时，引起组织与器官的变形、位移、功能障碍或结构损伤

等称为气压伤。在高压状态下，对人体起主要伤害作用的是高分压的气体如氧、氮、氦和二氧化碳，其中以氮气的危害最大。

减压病 根据作业性质不同，可分为潜涵病和潜水病。从沉箱作业或水下建筑物内工作，快速返回地面所致疾病称为潜涵病；从深水处返回水平面速度过快而发生的疾病称潜水病。这两种情况的工作方式有异，但致病机制基本一致，均系高压作业后因减压不当所造成的疾患。

(1) 发病机制：人在水下环境中工作，必须供给一定压力的气体。在呼吸压缩空气时，随着附加气压的增加，其中惰性气体和组分最大的氮气因机体不能利用，也无调节机制，慢慢地溶解在体液和组织中。人在高压环境中停留一定时间后，惰性气体在体内不断溶解，直至达到相应的饱和度。一旦气压下降，溶解在体内的惰性气体张力高于外界总气压，不能保持其安全过饱和状态，即体内惰性气体张力与周围环境总气压的比值超过饱和的安全限度时，就可形成气泡。超过限度越大，气泡形成的速度越快、数量越多、体积越大。惰性气体的气泡一经形成，在周围组织和体液中所溶解的其他气体，包括氧气和二氧化碳也将向气泡内扩散，加剧气泡的增大。这种状况多数发生在减压的速度过快、幅度过大时，使已溶解在体内的惰性气体来不及经循环、呼吸系统扩散至体外。在血管内的气泡则可形成血栓，阻塞血液流动，造成循环障碍，引起组织缺血、缺氧、水肿和血管壁通透性增加等病理变化。血管外气泡形成，可压迫组织、神经、血管和淋巴管，引起相应的症状和体征，导致减压病的发生。凡是促进惰性气体和氮气在体内的饱和或延缓其脱饱和的因素，均可促进气泡的形成和减压病的发生。如低温可反射性地引起血管收缩，妨碍惰性气体的脱泡。在流速急、风浪大、操作点行动不便的状况下，操作人员体力消耗大，呼吸、循环加速，可加快发病。又如潜水服内通气不畅，二氧化碳积聚，可增加氧气的毒性和氮气的麻醉作用。二氧化碳可使血管扩张，促进惰性气体饱和，并反射性地引起末梢血管收缩，不利于气体的脱饱和，加剧减压病的发展。此外，个体的健康状况、体型、饮酒、过劳以及年龄等因素，都是减压病发生的影响因素。

(2) 诊断：潜水减压病的发病，多出现在减压结束后，6 h内发病的占99%。因此，工作人员在离开高压环境后1—6 h内，需有严密的医学监护，以便及早发现病症，及时诊断处理。发病的早晚、病情的程度与减压的速度和幅度密切有关。常见的症状有皮肤瘙痒、灼热或蚁走感，皮肤、肌肉、关节酸痛，使肢体经常保持在屈位，即为屈肢症。中枢神经、循环、呼吸系统的症状和体征，常随气泡多少、大小和发生部位而异。

(3) 预防：关键在于严格遵守减压操作规程，消除各种促使气泡形成的因素，提高机体耐高压的适应能力。要做到：①潜水员须经严格挑选，经常参加加压训练和体育锻炼。有上呼吸道及其他感染性疾病者，坚决禁止下水。②严格遵守减压程序，选择正确的减压方案和方法。在减压过程中，潜水员应及时和如实地向医务人员通报自身的各种感觉。③正确使用加压舱。为避免潜水员在减压过程中消耗体力过多和防止疲劳，可采用潜式加压舱。④各有关部门，如潜水技术、潜水供气和医务人员等，在统一指挥下紧密配合，是防止潜水减压病发生的重要措施。

低气压 大气压力随着海拔的增加而下降。海拔愈高，空气中的氧分压愈低，从而影响机体的气体交换而产生缺氧的一系列反应，称为气压性缺氧症。此类反应多出现在登高山和去高原地区，故又称高山病。

高山病 多数人在海拔2 000—3 000 m高度时从事体力劳动，可出现呼吸、心率的轻度增加，但血氧饱和度一般不低于90%。人们到达3 000 m以上地区，就易感疲劳，夜视暗适应时间延长，并出现头痛、恶心、呕吐、食欲不振、睡眠不佳等症状，血氧饱和度降至90%—85%。少数人在快速登上3 000 m以上高山后，可发生急性进行性肺水肿，处理不及时可致死亡。通常把这一高度以上的地区称为高原或高山地带。到4 000 m以上时，缺氧症状相当明显，血氧饱和度降至85%—75%。上述症状的加重，可使听力、视力减退，出现判断力迟钝，有时还可发生精神症状。接近5 000 m高原区，高原反应更加明显。到达6 000 m高度，所有个体都有不良反应。有体力负荷时，症状出现快而明显，血氧饱和度约70%—60%。急性肺水肿多发生在登高4 000 m以上地区，且随高度的增加，发病率上升。寒冷与大风，可加速上述症状的出现和加剧。高原地区，气湿较低，活动时很易出汗。由于呼吸加快，数小时内就可出现口干、唇裂，严重时可引起脱水，血液浓缩，易致血栓形成。此外，过多的日光和过强的紫外线照射，也可对机体产生不良影响，并可加剧上述病症。产生这些高原反应的最重要原因是由于大气压力的下降而使机体缺氧，过度换气导致体内二氧化碳不足。机体功能低下加重缺氧也是原因之一。高原性缺氧由于暴露时间长，体力负荷大，影响因素众多，一般不如高空急性缺氧那样单纯。按进入高原地区时间的快慢和发病的缓急程度，常区分为急性高山病和慢性高山病。后者多为居住在高原地区的居民。

(1) 急性高山病：发生在登上高山后数小时，出现头痛、乏力、恶心、呕吐等全身反应。通常数日后可自行痊愈，预后良好。如由平原进入高原或从较低高原到达更高的地区，在进入的第一周时间内，自觉头痛、头晕、呼吸急促和心悸，并感全身乏力。严重者可并发肺水肿和高原性脑昏迷。主要的发病机制是高原低氧导致代偿性的过度通气，二氧化碳排出增加，引起呼吸性碱中毒。碱中毒情况下，血红蛋白中氧的解离发生困难，引起组织严重缺氧。一旦酸碱平衡失调被纠正，症状也可随之减轻和消退。急性高山病救护要点是将病人尽快转移到海拔较低地区，并给予足够的供氧，症状可随之好转。此时，高山救

护人员不能匆匆进入2 400 m以上地区进行抢救活动，因为医护人员自身也有一个适应过程，否则，医务人员发病，就失去了抢救的能力与机会。

(2) 慢性高山病：世居高原地区的人们，多能适应高原地区特有的气候条件。但有少数青年或中年男性，在慢性缺氧的状况下，由于通气不足使呼吸中枢对二氧化碳、外周化学感受器对缺氧的敏感性降低，引起通气不足综合征。表现为血红蛋白 > 230 g/L，红细胞数量增加，血浆容量相对减少，增加心脏负荷，动脉血氧饱和度降低，出现呼吸性酸中毒。缺氧引起肺动脉高压，致使右心扩大，最后发生心力衰竭。一旦将患者转运到平原地区，上述症状即缓解，健康状况也随之改善

(3) 预防：进入高原地区的人们，如有一定时间的适应期，缺氧初期的不适症状可明显地减轻。如在3 000—4 000m高原区锻炼6周，第5周时的缺氧症状就开始缓解，随后各种症状均有减轻的趋势 这种适应表现为呼吸速率减慢和深度的增大，肺换气能力增强，补偿了氧分压的低落，保证了氧的充分摄入。适应阶段的红细胞和血红蛋白浓度升高，氧合能力增强，血液循环加速，输氧能力明显提高。机体通过肾脏代偿性地排出较多的重碳酸盐，使血中氢离子浓度转向正常，尿呈碱性。心血管系统主要表现为心搏量的减低，有助于心肌在低氧状态下工作。中枢神经系统的功能改善对协调全身各系统、器官适应低氧状态起着十分重要的作用。

在进入低气压高原地区防止高山病发生的预防措施有：①对将进入高原地区的人员，应严格进行预防性体格检查。凡是有心血管、呼吸系统疾患和有急性感染性疾病者，不宜去高原地区。允许进入高原的人员，应有严密的健康监护，定期体格检查，发现适应不全者、及时处理。②充分强调向高原地区行进时，必须逐步上移、分段适应。每达一定高度就要有相应的停留时间，一般不少于一周。在停留期作适量的活动、各停留站高度差以不超过600 m为限。③重视防寒保暖，供应充分的营养，尤应保证有足够的碳水化物、蛋白质和维生素。④备有高效的供氧设施，完善的救护措施，有经验的医务人员，良好的通讯设备和健全的后勤装备。⑤到达高原地区后，不应立即从事重体力活动。应根据个体的体力状况，逐步增加活动量，以增强适应能力。

化学因素

化学因素(chemical factor)是指天然存在的无机化学物质、人造的化学物质以及动植物体内和微生物内的化学组成成分。天然存在的无机化学物质是自然界的主要元素，也是构成生命有机体的主要物质。有些元素在生物体内含量很少，称为微量元素。很多化学因素在正常接触和使用情况下对机体无害，过量时产生不良作用，常称为毒物 常见的化学因素有包括金属和类金属等的无机化合物，包括有机溶剂等在内的有机化合物，生产中作为原料、中间体或废弃物的有害气体，农药，以粉尘形式出现的无机和有机物质，食品添加剂等。

毒物与中毒

毒物(toxicant)是指在一定条件下，以较小剂量给予时可与生物体相互作用，引起生物体功能性或器质性损害的化学物。但即使是较安全的药物，甚至食物中的某些重要营养成分，如果过量给予，也会引起毒效应。因此，毒物与非毒物之间并不存在绝对的界限，而只能以引起中毒的剂量大小相对地加以区别。化学物引起生物体损害的能力称为毒性；所产生的损害总称为毒作用或毒效应。毒物毒性的大小，通过所产生的损害的性质和程度表现出来，在一定条件下，可用动物实验或其他方法检测。中毒是生物体受到毒物作用而引起功能性或器质性改变后出现的疾病状态。根据病变发生的快慢，中毒可分为急性和慢性 介于急性中毒和慢性中毒之间的，称为亚急性中毒。在慢性中毒过程中有时可出现急性发作

毒物来源 人类最早接触的毒物，主要是动植物中的天然毒素。本世纪40年代以来，合成化学物愈来愈多，到1985年为止，全世界登记的化学物已达700余万种，常用的也有8万余种。大量化学物进入了人类的生活和生产环境中，使人们接触的毒物品种和数量不断增加。按化学物的用途及分布范围，可将毒物分为：①工业毒物：包括生产中的原料、中间体、辅助剂、杂质、成品、副产品、废弃物等 ②环境污染物：包括生产中排放的废气、废水和废渣，以及生产上使用的农药对环境的污染，这些污染物可通过空气、水、土壤或食物而危及人类健康。③食品中有毒成分：包括天然毒素或食品变质后产生的毒素，以及为防腐或改善食品的色香味而使用的不合格添加剂。④农用化学物：包括农药、化肥、生长激素等，常因误用、滥用以及农药在食品中的残留而造成危害。⑤嗜好品、化妆品、其他日用品中的有害成分：如卷烟、染发剂、油彩、蚊香内的某些成分。⑥生物毒素：又统称毒素，包括动物毒素(见"动物毒素"条)、植物毒素(见"植物毒素"条)、细菌毒素、真菌毒素。⑦医用药物：包括兽医用药药物的毒性作用，常由于过量使用，致敏作用或特异反应性，或两种相互增毒的药物同时应用所致。⑧军事毒物：主要指用作化学武器的化学物。⑨放射性核素，即具有放射能的元素。

毒物还可按其毒作用的主要部位，分为作用于神经系统、造血系统、心血管系统、呼吸系统、肝、肾、眼、皮肤等毒物；或按其作用性质，分为刺激性、腐蚀性、窒息性、致敏、致癌、诱变、致畸等毒物。此外，还可按其化学结构或形态分类。

中毒表现和机制 中毒是各种毒作用的综合表现，包括局部的(如刺激、腐蚀)和全身的(如麻醉、组织损害、

全身病变)。化学物的某些生物学效应,如化学物的致敏、致癌、诱变、致畸等作用,以往不包括在传统的中毒概念内。近年来由于在毒理学工作中应用了分子生物学、免疫学以及生物化学和电子显微镜等理论和技术,使这些作用的机制有所阐明,从而认为这些作用在性质上也属于毒作用,只是表现形式不同而已。

使用或接触某一化学物时,必须在一定条件下,才能对人体产生损害。所谓条件,除化学物本身毒性和机体机能状态外,还包括使用量和使用方式,污染环境的范围和程度,生产管理水平,防护的优劣以及对毒物的知识是否普及等。这些条件决定了化学物的危害性。危害性常不易立即觉察到。低毒的化学物不一定对人体危害小,相反对高毒的化学物,如掌握了它构成中毒的各种条件,采取预防措施,也可完全防止其发生危害。因此,评价一种化学物时,须全面认识其毒性与危害性之间的关系。

要了解化学物的毒作用机制,应首先认识其所致毒作用的性质。化学物对生物体的原发性毒作用可以是物理的、化学的或生理的,或这些作用的联合

物理作用主要有:①溶解作用:脂溶性化学物能损害皮肤的保护层,或靶细胞的脂质生物膜。水溶性大的刺激性物质,吸入后在上呼吸道就起作用;水溶性小的,要吸入呼吸道深部才发生作用。②窒息作用:当大量吸入沼气(甲烷)、氮气等时,由于取代了空气中的氧气而起窒息作用。③吸附作用:如空气中飘尘可吸附有害气体或蒸气,进入呼吸道后,使气态物质的危害性增加。④放射性物质的辐射作用。

化学作用可分为:①直接作用:如酸碱的腐蚀作用,一氧化碳直接与血红蛋白结合成碳氧血红蛋白,硫化氢直接与血红蛋白结合成硫血红蛋白。②络合作用:如依地酸钠钙可络合体内的必需微量金属锌。

生理作用是三类作用中最主要的一种。可以区分为酶作用和非酶作用。大多数毒物所致的作用是通过对酶的抑制而引起的,可以由毒物本身或其代谢产物引起。有些毒物或活性代谢产物与生物体大分子共价结合而损害DNA、RNA或改变蛋白质性质;有些毒物形成自由基后使生物膜中脂质过氧化,这些都属于非酶作用。

人们对毒作用的认识是随着毒理学的发展而逐步深化的。对化学物毒作用的观察方法,可以有整体的、器官的、组织的、细胞的、亚细胞的、分子的或自由基的水平和用生理学、生物化学、形态学或临床的方法。因而,毒性的指标也随观察的水平和方法而异。最简单并最先采用的是引起人或动物死亡的剂量,以后发展到用最小致死量(MLD)。为消除动物个体差异所致的误差,目前在评价急性毒性时常用引起50%的动物死亡的剂量或浓度,称半数致死量(LD_{50})或半数致死浓度(LC_{50})。

不同化学物的毒性相差悬殊。有机磷酸酯类中有些品种,如对硫磷对大鼠的经口致死量(LD)为3 mg/kg,人口服10 mg(0.2 mg/kg)即可致死;给小鼠静脉注射沙林的致死量仅为0.05 mg/kg。有的天然毒素其毒性远比人工合成的化学物为高,如给小鼠静脉注射河豚毒素的致死量约为0.01 mg/kg,人经口摄入肉毒杆菌毒素的致死量为0.000 15mg/kg。为了很快判断毒物毒性的大小,以便有效地管理,常将毒物按毒性制成分级表。

慢性毒性的表示方法,随采用的观察方法而异,常用引起某一效应的阈剂量表示。

影响毒作用的因素 毒作用受许多因素影响。除了毒物的剂量外,毒物的毒性、生物体的差异和环境等均对毒作用有影响。

(1) 毒物毒性:每种化学物的理化特性是一些常数,但毒性是化学物作用于生物体后才表现出来的,因而在一定范围内随着下列一些因素而变动:①进入机体的途径:不同途径影响吸收速度,吸收快的毒性大。静脉注射时吸收最快,因而所产生的毒性最大。其他途径的吸收速度依次递减:呼吸道吸入>腹腔注射>肌内注射>皮下注射>皮内注射>经口摄入>皮肤涂布。②接触时间:较大剂量一次或短时间接触所引起的急性毒性与小剂量长期接触所引起的慢性毒性,在性质上可有很大的不同。如急性汞中毒主要损害肾,慢性汞中毒主要损害中枢神经系统。③毒物的物理状态:如吸入粉尘状态的毒物时,其毒作用依其分散度而显示较大差异。铅烟的颗粒比氧化铅粉尘颗粒为小,故吸入铅烟较易引起中毒。

(2) 生物体的差异:生物体的差异表现在动物种属间和个体间两个方面。毒物的毒性在不同种属动物之间以及动物与人之间常有较大差异。比较动物与人之间的这种差异,对于将动物实验结果外推于人是极为重要的。

个体差异首先取决于遗传因素。一种毒物对同一种属的不同品系动物的毒性也有所不同。了解不同品系动物的毒作用差异,对于正确设计动物实验极为重要。如用动物作致癌实验时,须选肿瘤自然发生率最低而对致癌化学物最为敏感的品系。

遗传因素造成个体间对毒物敏感性的差异,尤为突出地表现在少数人对某些毒物具有高敏感性,在免疫学中是指超敏反应,在毒理学中为"高敏感性",其反义词为低敏感性。高敏感性指对一般人不引起毒作用的剂量,对某些人却发生极为严重的毒性反应。如有些人接受一般剂量的琥珀酰胆碱时,可发生长时间的呼吸停止。这是由于这些人血清胆碱酯酶(假性胆碱酯酶)处于先天性低水平,以致不能及时水解琥珀酰胆碱,使后者的肌肉松弛作用和停止呼吸作用延长。遗传性个体差异还表现在少数患有先天性代谢疾病以及原因未明的特异体质者,可对某一化学物发生一种不能预料的异常反应。如患遗传性红细胞葡糖-6-磷酸脱氢酶缺乏症者,对一些氧化物质(如苯胺)有高敏感性,接触后容易发生溶血。

个体差异还表现在不同免疫状态对毒性的影响。如有的毒物能抑制免疫功能,可使机体对毒物的毒性反应增强;有的初次接触一种毒物时无反应,而反复接触后可

因毒物的致敏作用而发生变态反应。

有些毒物的毒作用，有明显的性别差异：如一定剂量的氯仿引起雄小鼠死亡，而雌小鼠却能耐受。若将雄小鼠去睾丸，或给予雌激素，或以雄激素给予雌小鼠，都可以消除此种差异。某些有机磷酸酯的毒性也有性别差异，多数品种如谷硫磷、对硫磷、苯硫磷等对雌大鼠毒性较大，而有些胆碱酯酶直接抑制剂，则无性别差异。目前认为毒性的性别差异，主要由于毒物的酶转化作用受到激素影响所致。此外，妊娠的小鼠对某些农药的毒作用较为敏感。

年龄对毒物的敏感性也有影响，但尚未发现固定的规律，新生动物的中枢神经系统对兴奋剂不敏感，而对抑制剂则较敏感。这主要与毒物在体内的代谢有关。个体的健康状况及疾病也是影响毒物毒作用的重要因素。

(3) 环境因素：最重要的是营养因素。如缺乏蛋白质可以加剧毒物(如黄曲霉毒素)所引起的肝损害，这可能是由于毒物使肝脏解毒能力低下所致。但也可有相反情况，如实验动物缺乏蛋白质时，四氯化碳的代谢酶活性降低，使有害代谢产物的量减少，四氯化碳的毒性就比预期的要低。

环境温度、湿度、气压、噪声等物理因素与毒物有联合作用。如高温环境可增加氯酚的毒性；氮在常压下对人只有单纯窒息作用，而在高压下则具有麻醉作用。

上述毒物的毒性、剂量和影响毒作用的各种条件，通常是能否使人中毒的首要决定因素。但人们接触化学物而发生中毒，还必须具备另一些条件，这些条件决定一种毒物所产生的危害性大小。例如：①毒物的使用量和使用方式：有些化学物虽然毒性大，但因使用量小，实际危害常极有限，毒物以气体、蒸气、雾、烟、粉尘形态出现时，可增加呼吸道吸入的机会，其危害性也就相应地增加。②污染环境的范围：凡通过环境介质而进入人体的化学物，如食品中残留的农药和添加剂或混入饮水和大气中的毒物，其危害性远比职业性接触为广。③化学物的纯度：如2,4,5-T内可含有一种杂质四氯二苯对氧芑(TCDD)，比2,4,5-T的毒性高很多。TCDD对豚鼠的急性毒性比2,4,5-T大630 000倍，对雌大鼠大10 000倍，对有孕大鼠的胚胎毒性大400万倍。因此，2,4,5-T的胚胎毒作用主要来自其杂质TCDD，即使控制此杂质在0.5 mg/kg(即原有杂质量30 mg/kg的1/60)以下，仍然具有相当大的毒性。④生产管理：如化工企业管理不善，造成原料使用多，成品得率少，不仅浪费和增加成本，并可使大量化学物污染环境，造成危害。⑤防护程度：设备简陋，个人防护用品缺乏或管理不善，都可以增加危害。⑥对有毒物质的知识不普及：如盲目使用农药，造成残留危害；又如棉酚是棉子油中的有毒物质，在榨油过程中若无除毒措施而直接食用，都可引起中毒事故。

预防 预防化学物危害的措施有：①化学物安全评价：通过动物实验和对人体的观察，掌握化学物的毒性和可能造成的危害。②建立法规和管理制度：对化学物的生产、贮运、销售、使用等，均须有卫生要求和登记、管理制度，对毒性大、危害肯定的化学物应禁止或严格限制其生产和使用。③实施环境监测：这是执行法规不可缺少的手段。④普及预防中毒的知识：提高群众的科学水平，在生产中和生活中避免毒物可能引起的危害。⑤加强健康监护和健全救护组织：组织医疗部门对接触人群进行健康监护，以早期发现中毒患者，并及时解救和处理。

铅

铅(lead，Pb)，蓝色金属。相对密度11.34。熔点327℃。沸点1 740℃。加热至400—500℃有大量铅蒸气逸出。铅蒸气在空气中可迅速氧化为氧化亚铅(Pb_2O)，并凝集为烟尘。随着熔铅温度升高，逐步产生氧化铅(密陀僧，PbO)、三氧化二铅(黄丹，Pb_2O_3)、四氧化三铅(红丹，Pb_3O_4)。除氧化铅外，其余铅氧化物在高温下都不稳定，可分解为PbO和O_2。

接触机会 铅及其化合物在自然界分布广，工业上用途多，在生产中接触铅及其化合物的行业有铅矿开采和铅冶炼，蓄电池、油漆颜料、搪瓷和陶瓷(涂以含铅的釉)等生产，机械制造、印刷、橡胶、电工仪表、塑料制品(加铅、镉、钡等盐类作防老剂)、含铅药釉、防护用具和弹药生产等行业。食品加工厂罐头焊锡时铅烟污染生产环境。使用表面涂有含铅涂层和涂有防锈油漆的设备和器皿，均可在加工或存放过程中使铅进入食品。用含铅的锡壶盛酒或用含铅中药治病，均有发生急性铅中毒的报道。居住在铅冶炼厂附近的儿童，或儿童因使用含铅颜料的铅笔和玩具，血液中铅量往往上升。国外曾有儿童因"异食癖"而发生铅中毒的报道。

煤炭和木材燃烧过程中排出的烟雾以及公路两旁汽车废气中含铅，可污染食品(蔬菜)和大气。有的汽油中加四乙铅以提高其辛烷值。所以，汽车废气中的铅也是大气铅污染的来源之一。城市空气中铅浓度通常在1—10 $\mu g/m^3$，郊区空气中<1 $\mu g/m^3$。工业污染可使食物、土壤和饮水中均含有微量铅。进入水体中的铅，经过食物链，一部分可被水生生物富集于体内，另一部分沉积于水底淤泥中，在微生物参与下进行生物烷化作用，可转化为四甲铅。

入体途径和体内转归 点燃后的香烟烟气中估计约有1 $\mu g/m^3$左右的铅排出。

铅及其化合物主要以粉尘或烟气形态，经呼吸道进入肺泡腔内，呈弱酸性，故铅氧化物易溶解，并经肺泡弥散进入血循环，或由吞噬细胞吞噬进入淋巴系统，也可咳出，再咽入消化道。铅烟颗粒较小，化学活性大，易经呼吸道吸入，因此发生中毒的可能性也较铅尘为大。吸入的铅约25%—30%可被吸收入体内，70%—75%可随呼吸道排出。

在铅作业车间，如不注意个人卫生，铅尘也可经消化

道进入人体，但其中仅 10%可吸收入体内，其余大部分随粪便排出。吸收入体内的铅，一部分由胆汁排至肠道，一部分可进入血循环，再从血浆进入胆汁，因此胆汁中铅浓度可比血浆中高 40—100 倍。铅的无机化合物不能通过完整皮肤吸收。

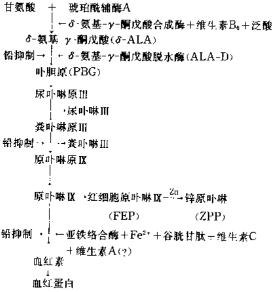
血浆中的铅约占体内总铅量的 2%，其中约 90%与红细胞结合。血浆铅由血浆蛋白结合铅和可溶性铅（主要为磷酸氢铅和甘油磷酸铅）两部分组成。血液中铅初期被肝、肾、脾、肺、脑吸收。数周后转移到骨骼、毛发、牙齿等，以磷酸铅形式沉积下来。骨骼内的铅比较稳定，可长期贮存而不产生临床症状。在发烧、饮酒、骨折、手术、过劳、代谢障碍等时，骨中的铅可转移到血液和软组织中，引起毒作用表现 血铅是体内铅负荷的敏感指标，故测定血铅量可作为评定人接触铅的情况和诊断的主要依据。

吸收后的铅主要由肾排出，小部分由胃肠道、少量由汗腺、唾液腺、乳腺等排出。铅还可通过月经排出，也可通过胎盘屏障分布到胎儿组织。正常人每日尿铅排出量为 0.02—0.08 mg。

铅和钙在体内代谢过程相似，两者可互相取代，如高钙饮食能促使铅在骨骼中贮存，反之，则促使它由骨骼释放出来。

铅对人的最小经口急性中毒剂量约为 5 mg/kg，成人一次口服醋酸铅[$Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$]2—3 g可致中毒，致死量约为 50 g。曾有口服铬酸铅（铅黄，$PbCrO_4$）<1 g即发生死亡；误服黄丹 15.6 g可发生急性中毒；用樟丹（铅氧化物的一种）治疗癫痫，20 d内共服 5 g左右曾发生亚急性中毒者。

毒作用表现 铅在体内引起的重要变化最早是卟啉代谢紊乱。铅对血红蛋白合成过程的影响见下图：



铅对血红蛋白合成过程的影响

铅可直接作用于成熟红细胞，使红细胞脆性增加或细胞内钾离子渗出，引起溶血和造成贫血。

铅可致血管痉挛，引起腹绞痛，视网膜小动脉痉挛和高血压。铅中毒性脑病是一种高血压性脑病。铅对神经鞘细胞直接产生毒作用，引起神经纤维节段性脱髓鞘，最终导致腕下垂。但这些严重表现目前已罕见。

铅中毒以慢性中毒为主。在接触低浓度铅几月或几年后可出现下述症状：乏力、头痛、睡眠障碍、胃纳不佳、体重减轻、肌肉关节酸痛等。如不注意接触史，往往不易与铅中毒联系起来。随后可出现腹隐痛、腹泻或便秘、神经衰弱综合征。目前以亚临床表现多见，此时无明显症状，但可发现血铅、尿粪卟啉和尿δ-ALA增高，神经传导速度减退等。因此，做好定期体格检查，进行早期检测，可以防止病情进展。

监测指标 常用检测指标有：①尿铅：是可靠的铅吸收指标。正常值上限 0.39 μmol/L（双硫腙法）。②尿粪卟啉：常用作铅作业工人健康普查的筛选指标。缺点是结果不恒定，某些血液病和肝病均可得阳性结果。正常值：半定量法不超过(+)，定量法不超过229nmol/L。③尿δ-ALA：比尿粪卟啉特异性高。正常值上限45.8 μmol/L(6 mg/L)（正丁醇抽提法）。④网织红细胞、点彩红细胞、碱粒红细胞增多：可反映骨髓增生。正常值上限各为 1%、300 个/百万红细胞（或 0—15 个/50 个视野）和 0.8%。⑤发铅：可反映长期接触铅程度。正常值上限 20 μg/g。⑥血铅：反映体内铅吸收程度，特别是近数月内接触量。正常值上限 1.93 μmol/L。⑦血ALA-D：国内有人认为可作为环境污染和微量铅接触监测指标，正常值为全血活性 217.6±48 U。⑧FEP：男 250 μg/L，女 295 μg/L。也可测ZPP，其 95%正常值：男 100 μg/L，女 150 μg/L。

预防 为了预防铅的危害，最重要的是用无毒或低毒物代替铅。对含铅废气应采用除尘净化方法处理后排放，或采用各种型式的洗涤塔，以吸收废气中的铅，防止铅对大气污染。采用无铅汽油代替含铅汽油以减少汽车废气所含铅对大气的污染。

有机铅化合物 常用的有以下两种。

四乙铅[$Pb(C_2H_5)_4$] 为无色液体，有苹果香味，约含铅 64%。制造四乙铅和在汽油中掺入四乙铅（作为防爆剂），特别是进入油罐和油槽车清洗时，由于罐内淤渣中四乙铅及其分解产物（三乙铅）的含量较高，易发生中毒。目前认为中毒与三乙铅有关，其毒性比四乙铅大 100 倍，但有人仍认为是四乙铅分子起主要毒作用。

四乙铅常以蒸气状态进入呼吸道，也可经皮肤和消化道吸收，到达肺泡的四乙铅有 10%—20%进入血循环。吸收后在组织内分布的情况与无机铅不同，脑和肝中铅含量最高，骨中相对较少，肺和肾中也有少量铅。在肝脏内转化为三乙铅，后者又分解为二乙铅和无机铅。脑中的四乙铅在 3—12 h内转化为无机铅。四乙铅在组织内

分布和排出需 3—4 d，是强烈的神经毒物。

四甲铅 $[Pb(CH_3)_4]$ 也可作汽油防爆剂，毒性较四乙铅低。吸收途径相同，但吸收率低。在肝脏内转化为三甲铅和无机铅，转化过程较慢。

汞

汞(mercury, Hg)，银白色液态金属。相对密度13.6。熔点－38.7℃。沸点357℃。蒸气压在0℃时为0.000 246 kPa，20℃时为0.001 59 kPa。因金属汞具有易蒸发特性，虽在0℃下，空气中汞蒸发到饱和浓度($2.18\ mg/m^3$)时已超过卫生标准200多倍。生产环境空气中金属汞蒸气浓度过高可造成工人汞中毒。

接触机会 含汞矿物约有十几种，可分为天然汞和汞齐、汞的硫化物、汞的氯化物和汞的氧化物，主要矿物是硫化汞。金属汞及其化合物在工农业中广泛使用，容易污染环境。

环境汞污染主要来自氯碱、电子、塑料、仪表、含汞农药等工业。此外，煤及石油燃烧释放出来的汞，也可成为居民区大气污染的来源之一。修理含汞的仪器和血压计，口腔科用汞齐补牙常使修理工和口腔医生受汞影响。

以汞为原料的工业产生的含汞废水、废气、废渣通过污染大气、水体和食物而进入人体，可引起急性或慢性汞中毒。进入水体的无机汞离子，在维生素B_{12}存在时，由于微生物的作用，可转化为有机汞(甲基汞)，并经过水生生物食物链的富集作用而浓缩。甲基汞能与鱼体蛋白中的巯基(—SH)牢固结合，因此，长期生活在含极微量甲基汞水域中的鱼，能使甲基汞在其体内富集到很高的浓度，甚至可以高达水体浓度的几千至几万倍。处于食物链顶端的大型食肉性鱼类，其体内汞富集可至10万倍或更高。经食物进入动物体内的汞，90%为甲基汞。自从日本发生水俣病(慢性甲基汞中毒)以来，环境汞污染问题引起了各国的重视。

中国松花江也受到汞污染，第二松花江上游的化工企业乙醛制造厂是主要污染源。据调查该厂污水进入松花江的排放口附近，河床底泥的汞量极高，使鱼体汞含量高达3.24 ppm。1973年白求恩医科大学调查，该地渔民发汞最高为98.3—118 ppm，平均为17.5 ppm；血汞最高为228 ppb，平均为53 ppb；尿汞最高为14.4 ppb，平均为2.74 ppb。松花江汞污染引起了有关部门的重视，目前污染已得到控制。

入体途径和在体内转归 在生产环境中主要是呼吸道吸入金属汞蒸气、气溶胶或粉尘状态的汞化合物。人吸入浓度为$1—3\ mg/m^3$的汞蒸气数小时即可致急性中毒，伴有呼吸道刺激症状。严重时可致化学性肺炎。

金属汞由消化道吸收的量甚微。汞化合物经消化道的吸收率与其溶解度密切相关，一般为15%。烷基汞在消化道极易吸收，其中甲基汞吸收率几乎接近100%。苯基汞化合物吸收率约为40%左右。

可溶性汞盐经消化道进入时对人毒性最大者为硝酸汞，致死量为0.05—0.25 g；二氯化汞致死量为1—2 g；一氯化汞的毒性较小，为二氯化汞的1/10。有些安神类中药中含汞，可使经常服用者体内含汞量增高。皮肤吸收仅在使用含汞油膏等药物时遇到。汞被吸收后可经血液迅速弥散到全身各器官。

金属汞在体内先被氧化为汞离子，再产生毒作用。氧化作用主要在红细胞及肝细胞内进行。二价汞离子在血液和组织中能与蛋白质的巯基如血浆蛋白、血红蛋白等结合，形成结合型汞；也可与含巯基的低分子化合物如半胱氨酸、还原型谷胱甘肽、辅酶A、硫辛酸等以及体液中的阴离子结合，形成可扩散型汞。这两种形式的汞随血液分布到各组织中去，以及逐渐转移至肾。肾内汞含量以皮质中较高，其中以近端肾小管细胞内最高。金属硫蛋白是肾组织中与汞结合的主要成分，对汞在肾内蓄积起主要作用，它和汞结合的能力约为1∶10。汞与蛋白结合，可使半抗原成为抗原，引起变态反应，出现肾病综合征。反覆接触汞后，肾内金属硫蛋白及尿汞均增加，最后使可结合型蛋白耗尽，出现肾损害。

金属汞能迅速通过血脑屏障。与同等量的汞离子相比，元素汞进入脑组织的量可高10倍。人脑中以小脑贮存汞最多，白质中含汞量最低。但无机汞以损害肝、肾为主，而甲基汞则主要损害神经系统，造成不可逆的损伤。

汞也分布到口腔及肠粘膜、唾液腺及皮肤，临床上可有口腔炎及直肠炎等表现。金属汞和无机汞离子不易通过胎盘屏障，但甲基汞却较易通过，并对胎儿造成损害。

汞可经肾脏、肝脏(随胆汁排入肠道)、肠粘膜及汗腺、唾液腺、乳腺及头发排出，但以随尿及粪便排出为最主要。

无机汞主要从肾脏排出，而甲基汞则主要从肠道排出。甲基汞比无机汞从体内排出要缓慢得多，所以其蓄积性更大。蓄积性的大小可用生物半减期表示。甲基汞在人体内的生物半减期平均为70—74 d(全身平均)，在脑组织内的半减期为240 d左右。

毒作用表现 无机汞对人体损伤的部位，以肝脏和肾脏为主；而甲基汞则主要损害神经系统，特别对脑神经可造成不可逆的损伤。

职业性慢性汞中毒的主要症状为易兴奋、震颤、口腔炎，目前已罕见。生活性汞中毒多由于用过量含汞药物(如甘汞)治疗皮肤病，服用含汞中药所致。甲基汞中毒症状主要为末梢感觉障碍、中心视野缩小、听力减退、运动失调等。甲基汞经胎盘进入胎儿可造成先天性畸形。

监测指标 尿汞正常值为0.25 μmol/L(双硫腙法)或0.1 μmol/L(原子吸收分光光度法)，超过时提示体内有汞蓄积。脱离接触几个月后，尿汞仍可高于正常值。但也有体内汞贮留较多，而血、尿汞不高的情况。进入脑、睾丸等的汞则释放很慢。

肾脏排出的汞大部分是与低分子蛋白质(分子量100—300)结合的复合物。

毛发中汞含量能反映体内过去的汞负荷;分段分析发汞量可反映不同时期接触汞的量。正常人的发汞值随地区和饮食习惯而异。发汞达400—500 $\mu g/g$时,常伴有神经系统症状,而无症状的最高限量为50—200 $\mu g/g$ 发汞与血汞呈直线相关,发汞为50 $\mu g/g$时相当于血汞996 nmol/L(200 $\mu g/L$)。

体内甲基汞的蓄积量达到多大限量会对人体产生损害是一项重要的研究课题 根据日本水俣病研究资料认为100 mg为中毒阈值,后来通过伊拉克中毒事件得出25—30 mg即可出现临床症状。

1973年日本暂定一周内摄入甲基汞不超过0.17 mg,折合体内甲基汞最大蓄积量则为2.5 mg,认为此值是安全的。

预防 为了预防环境汞污染对居民健康的危害,首先必须改革生产工艺,防止或减少“三废”中的汞排放,保证环境汞含量不超过卫生标准。

为了防止通过食物链富集汞,还必须对污染地区的鱼体含汞量进行监测,并采取必要的预防措施。世界卫生组织规定鱼体汞含量不得超过0.4 ppm(总汞)和0.3 ppm(甲基汞)。

此外,还必须对污染地区居民发汞进行监测,如发汞值>20 ppm,即表明体内有汞蓄积,应做详细调查和体检,并要了解过去该地区居民受汞污染的情况。可用驱汞试验测定尿汞增加的倍数来判断。

对已污染的江河湖海,要采取技术措施,防止底泥中的汞对水体产生二次污染。

有关工厂要采取技术革新或用代用品,如制造温度计用真空冷灌法代替热灌法,用电氯化法代替混汞法提取金。汞作业车间内建筑结构、桌椅、工具应平整、光滑,便于清洗。使用汞的场所应定期用碘熏蒸以清除室内汞的污染。含汞的废气、废水和废渣应回收处理。

镉

镉(cadmium, Cd),银白色金属,略带淡蓝光泽。相对密度8.05。熔点320.9℃。沸点767℃。蒸气压0.186 kPa(400℃),2.128 kPa(500℃)。

接触机会 生产上主要在采矿、冶炼、冶金、机械、电镀、制造、焊料、颜料、电池、电学测量具、半导体元件、摄影制板等工业中接触。某些工业排出的烟气和废水中也含有镉,可污染外界环境。

据联合国环境会议资料介绍,当前城郊大气中镉的年平均值为0.003 $\mu g/m^3$,市区为0.02 $\mu g/m^3$,工业区可达0.6 $\mu g/m^3$。大气中含镉烟尘,经自然沉降和雨水冲淋降落到地表,可在土壤中逐渐积累。含镉废水是重金属废水中毒性最大的一种。碱性环境下水中的镉化合物,可以析出沉降于底质中。水中镉也能被水生生物所富集,如藻类可浓集11—20倍,贝类可浓集10^3—10^6倍,鱼类可浓集10^3—10^5倍。镉污染土壤是镉对环境污染的主要方面 土壤中镉的本底值约为0.06 ppm,一般不超过0.3—0.5 ppm。当土壤镉含量>1 ppm时,可认为已受到污染。污染地区生产的稻米,含镉量常为正常稻米的十倍到数十倍。日本规定当稻米含镉量>0.4 ppm时,则该地区为镉污染地区。人摄入含量过高的食物,可引起慢性镉中毒。在日本曾发生过一种称为“痛痛病”的公害病,主要是由于含镉废水污染了农田土壤,人长期食用含镉土壤中生长的稻米所致。用含镉容器盛装酸性食物,可引起经口急性镉中毒,发生剧烈呕吐。

入体途径和体内转归 镉及其无机化合物可经呼吸道及消化道吸收(消化道吸收不超过5%),不能经皮肤吸收。据估计,沉积在肺中的氧化镉及可溶性镉盐约有50%可被吸收,并迅速转移至血液,其中约有2/3在红细胞中与血红蛋白结合。血浆中镉只占血液中镉总量的1%—7%。

镉主要与金属硫蛋白结合而贮存于肾、肝,其次为脾、胰腺、甲状腺、肾上腺和睾丸。肾中镉约占体内镉总量的1/3,而肾皮质中的镉含量约占全肾的1/3。

镉不是人体的必需元素,人体内镉的含量与食物、水和其他环境(如烟草)中镉的吸收情况有关。一般成年人体内有镉5—40 mg,血液中镉浓度在0.089 μmol/L(1 $\mu g/dl$)以下,毛发中镉一般为0—0.5 $\mu g/g$。

镉排出很慢,在体内存留时间长,生物半减期为10年以上。吸收后主要经尿排出,少量随唾液、乳汁排出。

镉主要损害肾小管而干扰肾脏对蛋白质的吸收作用,并影响近端肾小管功能,引起蛋白尿、糖尿、氨基酸尿,尿钙及尿磷增加。尿蛋白的成分主要是低分子量(20 000—30 000)蛋白,如β_2-微球蛋白、维生素A结合蛋白、溶菌酶和核糖核酸酶等。

毒作用表现 人长期吸入镉尘或烟可损害肾和肺。镉主要损害近端肾小管,刺激上呼吸道和引起肺气肿、肺纤维化。镉还可能直接引起心血管损害。原发性高血压可能与长期接触低浓度镉有关。

近年来流行病学调查表明,接触镉的工人前列腺癌及肾癌发生率比对照组高,但有人否定 根据国际癌症研究中心的资料,认为镉是一种人类的可能致癌物。

日本发现某些地区由于长期食用被污染的、含镉量很高的稻米和水而发生痛痛病(骨痛病)。主要病变为骨质疏松,严重时发生骨软化症。疼痛始于下肢,后遍及全身,因多发性病理性骨骼变形,影响活动以致长期卧床。妊娠和哺乳期妇女,内分泌失调以及缺钙的人容易诱发本病,多见于经产妇。但迄今为止,在工厂接触镉的工人中,未见到有类似日本痛痛病的病例。

监测指标 人体内镉含量水平的监测指标有:

尿镉测定 正常人尿镉一般不超过0.22 μmol/L,

职业接触者如>0.27 μmol/L可认为吸收增加，而痛痛病患者多数超过正常值5倍以上 因此尿镉含量增加，表明有潜在发病可能。

尿低分子量蛋白测定　可测定β_2-微球蛋白和维生素A结合蛋白含量，常为敏感的早期监测指标

预防　改革工艺，尽可能采用湿法冶炼，含镉污水可采用分离法处理。

外环境一旦遭受镉污染，很难消除，防治镉污染最根本的措施是从含镉废水、废气中净化回收镉，加以综合利用。严格执行环境中镉的有关标准。

鉴于镉的毒性大，蓄积性高，对饮食中镉含量需提出严格要求，目前尚未见到各国有关镉的容许摄入量的报告。1972年世界卫生组织曾建议，暂时容许成年人镉摄入量每周不超过400—500 μg或8.3 μg/kg。

锰

锰(magnesium,Mn)，浅灰色金属，熔点1.244±3℃。沸点1.962℃，化学活性近似铁，其二价盐类最稳定，氧化物中则以二氧化锰(MnO_2)最稳定 锰易与酸反应放出氢、其盐遇水则缓慢地生成氢氧化锰。锰蒸气在空气中能很快氧化成灰黑色的一氧化锰(MnO)及棕红色的四氧化三锰(Mn_3O_4)烟尘。

接触机会　锰普遍存在于自然界，主要矿物有褐锰矿(MnO_3)，菱锰矿($MnCO_3$)和辉锰矿(Mn_3O_4)等。锰在工业上主要用于制锰铁、锰钢和锰合金。在锰矿石采掘、加工和运输过程中工人易接触锰尘，锰化物用于制干电池、焊料、氧化剂和催化剂等。用锰焊条电焊时，可发生锰烟尘及其他气体和烟尘。锰作为环境地质成分，曾发生过山区池塘水枯竭使藻类死亡，分解出有机酸使水质呈酸性，导致池塘底砂页岩中的锰溶出，人畜饮用池水而发生急性集体锰中毒事故。

锰是动物和人体不可缺少的微量元素，估计成人适宜摄取量为2—3 mg/d，但吸入过量时会产生毒性。锰蒸气的毒性比锰粉尘大，而锰尘又以新形成的粉尘毒性较大。锰化合物可有8种不同的化合价，其化合价越低，毒性往往越大。

在工业生产条件下大量吸入氧化锰烟尘，可引起金属烟尘热。吸入锰或其化合物的粉尘可产生锰毒性肺炎，但锰并非肺炎的病因，而只是加重其发展，因锰能降低呼吸道，特别是肺对病菌的抵抗力，使接触者易于发生肺炎。

人长期接触锰，主要引起中枢神经系统损害，并在后期表现为震颤麻痹综合征。慢性锰中毒时还可导致躁狂型或抑郁型精神病。

上述毒作用与个体感受性有明显关系　个体感受性可因患有肝、肾疾患，营养缺乏，尤其是缺铁，以及酒精中毒而增强。锰还可引起血压(收缩压)下降

入体途径和体内转归　锰主要吸收途径是呼吸道，进入肺泡壁的锰烟尘能被巨噬细胞吞噬，并经淋巴管进入血液 在消化道吸收缓慢而不完全，经口进入的锰主要在十二指肠吸收，吸收程度取决于胃液酸度和锰化合物的溶解度　锰基本不能经皮肤吸收，但有机锰化合物除外。进入血液中的锰与血浆中β_1球蛋白结合为特殊的β_1球蛋白转运蛋白或称转锰素，而分布至全身。小部分锰进入红细胞形成锰卟啉或与血红蛋白结合，并迅速从血液中转移到富有线粒体的细胞中，形成不溶性磷酸盐，蓄积在肝、肾、肠、胰腺、脑和骨胳等处；脑为主要蓄积器官 锰在中枢神经系统中比其他器官贮留时间长，在豆状核和小脑中贮留较多，锰尚可贮存在毛发中。

锰主要经消化道由粪便排出，约占总排出量的92%。人体吸收的锰大部分随胆汁排入消化道，再经粪便排出。部分锰还可以有机或无机化合物的形式由尿排出，其排出量一般仅占总排出量的2%—10%。

发病机制与毒作用表现　工业生产中所见以慢性锰中毒为主。临床表现初期为神经衰弱综合征和植物神经功能紊乱，继续发展可出现锥体外系统损害的体征，严重者可表现为典型锰毒性震颤麻痹综合征

锰中毒机制不十分清楚。实验证明，在锰的作用下，皮质的神经突触、脊髓神经元、外周肌神经的突触和肌纤维可产生不同程度的变性。与此同时锰侵犯基底节和小脑，豆状核、尾状核、苍白球、丘脑及脑干神经节可出现胶样变性。大脑皮质、小脑亦可有类似变化，甚至损及脊髓和周围神经。锰对线粒体有特殊亲和力，故可大量蓄积于富有线粒体的神经突触中，通过抑制线粒体内三磷酸腺苷酶和溶酶体中的酸性磷酸酶活性，影响神经突触的传导性能。锰还是一种拟胆碱样物质，可影响胆碱酯酶的合成，使乙酰胆碱蓄积，这与慢性锰中毒时出现震颤性麻痹有关

脑内多巴胺水平的改变可能在慢性锰中毒发病机制中有一定作用。震颤麻痹综合征患者(包括锰中毒)，多巴胺以至5-羟色胺的含量明显降低，尿中排出量也相应减少。由于多巴胺与5-羟色胺均具有抑制突触递质对抗乙酰胆碱的作用，因此锰中毒时脑基底节内多巴胺和5-羟色胺及其降解产物含量的降低，至少可部分地解释锰的神经毒作用。锰可在黑色素中蓄积，有人注意到脑组织中黑色素与震颤麻痹综合征的关系，但其作用有待进一步研究。

监测指标　正常尿锰含量不超过0.18 μmol/L(0.01 mg/L)，其含量与操作环境空气中含量有一定关系。可反映机体近期吸收锰的情况，但不能作为诊断依据；粪锰测定无实际意义。发锰亦仅是接触指标，但取材方便，其应用价值可进一步探讨

预防　焊条改用无锰焊条；以自动电焊代替手工焊，并安装局部吸风；个人佩戴防毒口罩；工作场所禁烟禁食

砷

砷(arsenic,As)在自然界中分布很广，多以重金属的砷化合物和硫砷化物形式混存于金属矿石中。地壳中砷的含量为2—5 ppm，海水中约为5 ppb。砷存在于多数食品中，以海产品、猪肉、肝、肾和食盐中的含量较高。成年人体内含砷总量约18 mg。自然界中的砷多为五价，在动物体内则多为有机砷化合物，污染环境的砷多为三价的无机化合物。

元素砷毒性极低，但砷的化合物，如氧化物、盐类及其有机化合物均有毒性，无机砷较有机砷毒性大，三价砷化合物的毒性大于五价砷。溶解度小的砷化合物，如雄黄(As_2S_2)和雌黄(As_2S_3)等硫化物则毒性很低。砷化氢气体有剧毒。有机砷曾用作药物和农药，虽毒性较低，但已逐渐被淘汰。

接触机会 自砷硫铁矿(FeAsS)、辉钴铁矿(CoAsS)中提炼砷，或自含砷的矿石中提炼铅、锡、锌、铜、铝等多种金属时，作业场所的粉尘和烟气中均可含有三氧化二砷。此外，含砷的各种冶炼炉渣、金属制品、粗硫酸、盐酸、电石等，在接触水分或新生态氢时，均能释放出砷化氢气体。对从事金属冶炼、酸洗、电镀、电解、蚀刻、蓄电池充电以及用电石产生乙炔等作业的工人，皆有引起意外中毒的可能。

砷化合物广泛用作毒鼠剂、杀菌剂、防腐剂、防污油漆(船底)等，也用于医药、玻璃、陶瓷、染料、制革、印染等行业。由于含砷农药的使用，工业三废的排放，含砷煤的燃烧等，都能导致大气、土壤和饮用水中含砷量升高，从而增加生活中的摄取量。有些地区的地下水含砷量很高。

入体途径和体内转归 砷化合物可经呼吸道、胃肠道和皮肤吸收。无机砷入血后，多数与血红蛋白中的珠蛋白结合，也有与血浆蛋白结合者。此后迅速通过血液分布到肝、肾、肺、肠、脾、肌肉和一些神经组织中。长期摄入时，砷以非活性的形式蓄积在上皮及富含巯基的表皮组织如毛发、指甲以及骨中，亚砷酸盐可蓄积于白细胞中。砷主要以相对无毒的二甲基砷酸和甲基砷酸形式经肾排出，其次是随粪便，少量则从汗液、呼气和乳汁排出，但排出缓慢。脱离接触后，头发、指甲的含砷量随地区和饮食等的差异而有很大不同。国内尚无统一的尿砷、发砷正常值。

大多数砷化合物进入机体后，首先在体内转化为氧化砷的形式，与细胞内蛋白酶的巯基结合，特别是与含双巯基的酶(如丙酮酸氧化酶)结合，从而使许多酶的生物活性受到抑制。同时砷是一种毛细血管毒物，可作用于植物神经系统和毛细血管壁，引起血管壁通透性增高，毛细血管麻痹，使细胞代谢障碍，营养缺乏，造成组织损伤。

毒作用表现 砷的氧化物和一些盐类绝大部分属高毒。人体三氧化二砷经口致死量为100—300 mg，中毒剂量为10—50 mg，但敏感者1 mg即可中毒，20 mg可致死。正常人每天摄取三氧化二砷3—5 mg连续1—3周，亦可发生中毒。饮水中砷浓度为20 mg/L时，可使人发生急性中毒。

慢性经口中毒主要引起消化道障碍、皮肤发红、色素沉着、角质增生、脱发、周围神经炎，并伴有指甲白纹等，偶有皮肤溃疡。

"乌脚病"是长期饮用含砷量高的水而引起的一种生物地质化学性疾病。中国台湾省西南部一些沿海地区，地下水砷的含量较高(可达1.82 mg/L)，居民长期饮用这种水，发生了慢性砷中毒，有的表现为脚趾发黑坏死，称为"乌脚病"，可能是由于砷引起严重周围动脉硬化和血栓闭塞性脉管炎所致。

三价砷对皮肤有腐蚀作用，三价砷和五价砷还能产生皮肤过敏及接触性皮炎。

砷及其化合物的吸入毒性也相当明显。车间空气含砷浓度4.3 mg/m^3时接触6个月，可能发生轻度中毒。经呼吸道吸入的砷除可引起类似经口中毒的表现外，还可发生上呼吸道炎症、鼻中隔穿孔、皮肤过敏性损害等症状。

少数动物实验资料报道砷化合物有致畸作用。无机砷的致癌作用，已由流行病学调查所证实，以皮肤癌(颜面、阴囊、臀、腹、锁骨及胸下部)报道最多，其次为肺—支气管、喉及鼻旁窦等处的呼吸道癌。

砷化氢无直接用途，某些混有砷的金属(钠、锌、铝)化合物水解或与酸作用时能产生砷化氢。砷化氢经呼吸道吸收后，随血循环分布到全身各脏器。血液中的砷化氢，95%—99%与血红蛋白结合，形成血红蛋白过氧化物，通过谷胱甘肽氧化酶作用，使还原型谷胱甘肽氧化成氧化型谷胱甘肽，造成细胞膜通透性改变，细胞内容物消失，形成血影细胞，最后红细胞膜破裂，引起溶血。大量溶血产生的血胆红素及部分未与巯基结合的砷由肾排出，增加对肾的损害，其结果可导致贫血、少尿、无尿及尿毒症，是生产中急性中毒事故致死的主要原因。

监测 尿、发或指甲砷可作接触指标和辅助诊断。

预防 防止砷中毒和砷污染的根本措施是改革工艺，避免含砷矿渣受潮和禁止用水浇熄。金属酸洗时酸的含砷量不得超过0.02%。对含砷的废水、废气、废渣需加以处理或综合利用。

磷

磷(phosphorus, P)有三种同素异形体，其中黄磷(白磷)毒性大，红磷和黑磷毒性很小。黑磷在工业上少用。在磷的无机化合物中，以磷化氢(PH_3)的毒性最大。

黄磷 为黄白色蜡样固体。在空气中能自燃。易氧化成三氧化二磷(P_2O_3)及五氧化二磷(P_2O_5)，故必须保存在水中。磷蒸气有大蒜臭气，在湿空气中形成次磷酸(H_3PO_2)和磷酸(H_3PO_4)。工业上用于制造磷酸、红磷、

三硫化四磷，有机酸酯，炸药，燃烧弹，曳光弹，烟幕弹，化学试剂、杀鼠剂、磷青铜等。

黄磷从呼吸道、消化道或皮肤进入机体后，大部分以元素磷，小部分被氧化为磷的低氧化物，循环于血液中，并逐渐贮存于肝和骨组织。主要以结合的磷酸盐形式自尿、粪和汗缓慢排出，有很少量的元素磷则从呼气、汗和粪中排出，但尿中未发现。

本品属高毒类。当人体吸收量达1 mg/kg时可致死。误服黄磷后很快产生严重的胃肠道刺激腐蚀症状，大量摄入可因全身出血、呕血、便血和循环衰竭而死亡。呕吐物在暗处发磷光，并有大蒜臭气。若病人得以存活，亦可由于肝、肾、心、血管的功能不全而最终死亡。皮肤被磷灼伤面积达7%以上时，可引起严重急性溶血性贫血，以至急性肾功能衰竭。磷蒸气及其烟气的吸入可引起对肺组织刺激及急性肺水肿。在生产劳动中，长期吸入磷蒸气浓度为0.078—0.160 mg/m^3时，除可致气管炎和肺炎外，还可造成严重骨骼损害，以下颌骨坏死最常见，称为**磷毒性颌骨坏死**。这是全身性病变（骨骼脱钙和代谢障碍）的一种表现，也可能因黄磷作用于骨的哈佛管管壁，使其变厚而压迫血管，致骨质缺乏营养而坏死。国外报道过去用黄磷制造火柴时曾有此类病例发生，现已极为罕见。

红磷　为由黄磷加热（250—270℃）转化而成。不活泼，毒性很低，吸入红磷粉尘仅对呼吸道引起轻微刺激，长期接触也能引起上呼吸道炎症及皮炎。

磷化氢　为无色有烂鱼臭味气体。受热易分解，易氧化亦易自燃。粮仓熏蒸剂磷化铝、灭鼠药磷化锌、含磷金属或磷蒸气等遇水或酸均可产生PH_3。

本品属高毒类。人接触浓度为1.4—4.2 mg/m^3时即可嗅到其气味，在10 mg/m^3浓度下接触6 h出现中毒症状，在409—846 mg/m^3浓度下0.5—1 h可致死。急性毒作用表现为中枢神经系统抑制，肺部刺激，旧及其他器官损害。可因肺水肿及心搏骤停而死亡。低浓度PH_3对人的慢性作用基本上似黄磷，但因有强烈刺激感，又能代谢形成无毒的磷酸盐，加上用途不广，故一般不致造成慢性中毒。

本品不经皮肤吸收，可经呼吸道吸入，或以磷化物形式在胃内发生PH_3而经胃肠道吸收。在体内作用于细胞的酶，影响细胞代谢而致内窒息。

磷的氯、氧和硫化物　五氯化磷（PCl_5）、三氯化磷（PCl_3）、三氯氧磷（$POCl_3$）、P_2O_5、三硫化四磷（P_4S_3）等常用于化学工业，如用作氯化剂、催化剂、干燥剂，或用于制造药物、农药、火药、火柴等。氯化物在空气中遇水分可生成盐酸烟雾。P_2O_5易溶于水，生成磷酸。磷的硫化物在生产中可能生成硫化氢（H_2S）和PH_3。

PCl_5、PCl_3、$POCl_3$、P_2O_5等对呼吸道和皮肤均有不同程度的刺激作用。吸入浓度高时可引起中毒性支气管炎、肺炎以至肺水肿。P_4S_3本身毒性低，其粉尘和烟尘对皮肤有刺激作用。

预防：黄磷在空气中可燃烧，故应始终保存在水中。作业场所需安装合适的局部或全面通风。分散的磷片应用水浸没，以避免干燥和燃烧，一旦发生燃烧可用水（喷雾）控制，或用砂或泥土、二氧化碳灭火剂覆盖。工人就业前体格检查重点在牙齿和口腔卫生，必要时作牙齿和颌骨X线检查。接触者牙龈、牙齿和颌骨有异常时，应请牙科医生检查。

PH_3总在意外情况下发生，它较空气重，故作业带应安装下向式通风。加强个人防护。

含有易反应磷化物的物料，应贮藏于低温、干燥的隔离区。

硒

硒（selenium，Se）是一种类金属。元素硒有三种同素异形体：红色无定形粉末、红色单斜晶体、灰色六方晶体（是光敏导体和半导体）。化学性质与硫相似，能直接与氧或氢化合。常见的化合物有二氧化硒、二氯氧化硒、硒酸钠、亚硒酸钠、硒化氢等。用于电子、橡胶、化学、石油、颜料、玻璃等工业。精炼或熔融含硒的金属时可产生二氧化硒烟。金属硒化物遇水或酸可产生硒化氢气体。

硒是动物体内必需的微量元素，也可能是人体的必需元素。正常情况下，人每日由自然界摄入硒量为60—150 μg，几乎完全来自食物，来自水和空气的仅约1 μg。缺硒可引起动物白肌病、心肌病、营养性坏死及小鸡的脑软化和肌萎缩。中国克山病已证明与缺硒有关，但硒不是唯一的因素。土壤中硒含量一般达0.5 ppm，含量过高时，该地区各类蔬菜、肉和奶中含硒量过多，居民长期食用可引起慢性硒中毒。土壤中硒是美国地方性"碱土病"的病因。亚硒酸钠被认为是一种抗氧化剂，动物实验证明其有抗癌作用。

入体途径和体内转归　硒化合物可经呼吸道及消化道吸收，一般不易经完整皮肤吸收，但有些硒化合物，如洗发剂中的硫化硒（特别是二氧化硒及二氯氧化硒）能从完整皮肤吸收。主要由尿中排出，少量可随粪便及呼气排出，汗液、乳汁中仅能排出微量。

人体尿硒值正常范围是0—19.0 μmol/L（0—0.15 mg/L），在土壤和饮水含硒量高的地区，人群尿硒含量为25.3—139 μmol/L（0.2—1.1 mg/L）。提炼和处理硒的工人，尿中含硒可达633 μmol/L（5 mg/L）。

在血液中，硒与红细胞及血浆中的白蛋白和球蛋白结合。血清硒的正常值为19.0—31.7 μmol/L。血浆白蛋白是硒的中间受体，能将硒传递至组织中更稳定的结合部位。血中的硒很快分布于全身各组织，尤其是肝、肾、骨、指甲及头发。硒能通过胎盘进入胎儿体内。细胞内的分布则随组织含硒量而异：肝中的硒，50%存在于可溶性成分中，25%存在线粒体中，11%存在微粒体中，2%在核中。

硒在组织中滞留量决定于饮食中硒摄入量、硒化合

物的性质及体内硒负荷量。有机硒，如硒蛋氨酸和硒半胱氨酸，比亚硒酸盐及硒酸盐贮留时间长。硒在哺乳动物中贮留可能与其置换胱氨酸及蛋氨酸中的硫有关。

硒在体内主要的转化方式是甲基化，其机制不详。用各种硒化合物喂养大鼠，其排泄物中可检出三甲基硒。可挥发的二甲基硒是甲基化过程的中间产物，在硒过量的情况下，它转化为三甲基硒的速度受限制，因而多从肺脏排出，使呼气出现大蒜臭气，这是硒吸收的最早特征。

毒作用表现 元素硒对人毒性轻微，其化合物有明显毒性，毒作用性质似砷。

硒及其化合物均对粘膜有局部刺激作用，可使毛细血管扩张，渗透性增加，引起肺和胃肠道充血，甚至肺水肿，还能引起接触性皮炎。对二氧化硒过敏者，能发生"玫瑰眼"——眼睑呈粉红色(结膜炎)。二氧化硒还能从指甲边缘透入，引起甲沟炎。

硒及其化合物所引起的全身症状无特异性。但动物实验提示，肝、肾可能受损。对动物有致癌、诱变和致畸胎作用，但在人均未确定。

硒及其化合物的全身毒性，与硒能通过氧化作用置换含硫氨基酸中的硫有关。硒可影响与细胞呼吸有关的酶，在某些脱氢酶系统中的巯基可被SeH基团所取代，从而脱氢酶活性受抑制；亚硒酸盐亦可与巯基结合，形成稳定的三硫化硒，使半胱氨酸或辅酶A失去作用，从而引起氧化还原过程的障碍。亚硒酸基团是一种氧化剂，如积累过多，可干扰谷胱甘肽代谢。硒还能使生长期中牙釉及牙髓的蛋白成分和骨胳的钙化过程发生改变，致儿童龋齿率增高。地方性慢性硒中毒表现为牙釉质破坏、贫血、营养不良以及慢性关节炎。

防治 呼气所含大蒜气味和尿硒可作为接触指标。硫代硫酸钠能将二氧化硒及亚硒酸钠还原成红色硒而解毒，皮肤或眼污染及皮肤灼伤时可试用。谷胱甘肽的解毒作用尚待证明。维生素E、抗氧化剂、高蛋白饮食、亚麻油饲料、含硫氨基酸、赖氨酸等，均能降低硒的毒性。

一氧化碳

煤、石油等一切含碳物质在燃烧过程中均可产生一氧化碳(carbon monoxide, CO)。它是一种无色、无臭、无味、无刺激性的有毒气体，吸入时不为人们所察觉。比重较空气略轻。

接触机会 职业性接触CO的工种有冶金工业的炼钢、炼铁、炼焦，化学工业的合成氨、合成甲醇，石墨电极制造，印染厂的烧毛，饲养场的孵房，室内发动内燃机，矿井采掘爆破等。后者所产生的大量有毒气体(炮烟)中，CO可达3%—60%。此外，汽车尾气含CO 4%—7%。吸烟时烟气中CO含量高达4%，因此吸烟是CO进入人体的另一重要来源。

入体途径和体内转归 CO随空气吸入后，通过肺泡进入血液循环，主要与血液中的血红蛋白(Hb)结合，形成碳氧血红蛋白(HbCO)，其次还可与其他卟啉蛋白，如细胞色素a_3和肌红蛋白结合。正常人血液中有微量内源性CO，其值为0.01—1mg/kg·h。人血中HbCO含量可达血红蛋白的2.5%，吸烟者可高达5%以上。交通频繁地区值勤的交通警，血液中HbCO经常超过2%。CO的毒作用在于它与血红蛋白的亲和力比氧大240倍，故可把血液中氧合血红蛋白(HbO_2)中的氧排挤出来，形成HbCO。HbCO的解离速度则比HbO_2慢3 600倍，从而影响了血液中氧的传递。CO与肌红蛋白、细胞色素a_3及P_{450}结合，也影响氧的利用。

CO为非蓄积性毒物，停止接触CO后，血液中HbCO可解离而释出CO。CO经肺排出，其速度与空气中CO分压(浓度)、血液中HbCO饱和度、接触时间以及患者通气量等因素有关。开始时排出较快，以后逐渐减慢。充分吸氧可加快CO排出速度。例如，吸入正常空气时CO在体内的半减期为4—5 h，如吸入一个大气压的纯氧，则平均半减期为80.3 min。可用下列公式推算血中HbCO的饱和度，以粗略估计中毒程度：

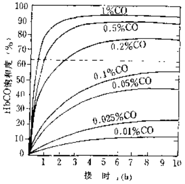
$$HbCO\% = \frac{CO^{0.858} \cdot t^{0.63}}{197} \times 100\%$$

式中CO为空气中CO浓度(ppm)，t为接触时间(min)。

随着空气中CO浓度不同，吸收与排出到达平衡状态(即吸入量与排出量相等)时的HbCO%不同，如表1和下图。

表1 空气中CO浓度、接触时间与血液中HbCO%的关系

空气中CO浓度		HbCO%		
mg/m³	ppm	接触1 h	接触8 h	到达平衡状态时
12	10	0.4	1.4	1.7
23	20	0.8	2.8	3.3
35	30	1.3	4.0	5.0
70	60	2.5	8.7	10.0
115	100	3.6	12.9	16.0



在空气中不同CO浓度下的HbCO%

血液中HbCO含量可直接反映中毒程度和决定中毒

症状，如表 2。

表 2 空气中CO浓度与血中HbCO%和人体反应的关系

空气中CO浓度 (mg/m^3)	吸收半量时间(min)	平衡状态下 HbCO%	人体反应
58.5	150	7	轻度头痛
117	120	12	中度头痛、眩晕
292.5	120	25	严重头痛、眩晕
582.5	90	45	恶心、呕吐，可能虚脱
1 170	60	60	昏迷
11 700	5	90	死亡

毒作用表现 CO的急性毒作用主要是引起机体缺氧，而且HbCO的存在使HbO_2的离解较正常时困难，从而加重缺氧。因而，含50%HbCO患者的缺氧症状比只有50%Hb的患者严重得多。此外，CO还可与细胞色素氧化酶中的二价铁相结合，直接抑制细胞内呼吸，造成内窒息。中枢神经系统和心肌对缺氧特别敏感，故受损也最严重，严重CO急性中毒后可能产生神经精神方面的后遗症或迟发性脑病。现已证实，长期接触CO可导致心血管疾病的发病率增加。如吸烟者冠心病的发病率比非吸烟者高，CO是其主要原因。

此外，有些因素可增高机体对CO的敏感性，如紧张的体力劳动，疲劳、贫血、饥饿、营养不良等，以及环境中有高温或氮氧化物、二氧化碳、氰化物、苯、汽油等同时存在时。

防治 对于急性大量吸入CO者，应使其尽快脱离接触场所，吸入氧，以加速HbCO离解。严重昏迷且血液中HbCO浓度较高时，应加压给氧。

为了防止CO污染，应改进生产工艺流程，改进汽车燃料与燃烧系统，使燃烧完全，减少CO排放量。室内取暖设备，应有排气管道通至室外，以防止CO中毒。室内炉灶要有排烟装置。禁止在公共场所吸烟。

井下放炮后，应按规定通风 20 min方可进入工作区。如必须进入高浓度CO的环境中进行检修贮存CO设备，或进入矿井检查误炮等情况时，应戴防毒面罩，并由两人以上一起操作。预防CO的防毒面具滤料含二氧化锰50%、氧化铜 30%、氧化钴 15%、氧化银 5%，俗称"霍布卡"(Hopcalite)。普及预防煤气中毒知识，对防止发生生活中毒事故也非常重要。

二氧化硫

二氧化硫(sulfur dioxide, SO_2)是无色刺激性气体，具有辛辣气味。它广泛应用于制造硫酸、亚硫酸盐及某些有机合成工业。某些生产过程如硫化橡胶、漂白纸浆、有色金属冶炼、石油精炼等也能产生SO_2气体。大气中的SO_2主要来源于煤、石油、天然气等含硫燃料的燃烧，含硫矿石的冶炼以及采用含硫原料的工艺过程所排放的废气等。一般煤含硫量为 0.3%—3.0%，石油含硫量在 1%以下，但亦有高达 5%者。燃烧时绝大部分硫被氧化形成SO_2，只有 3%形成三氧化硫(SO_3)。由于煤和石油是主要能源，所以燃料产生的SO_2约占大气中SO_2的 70%。空气中SO_2含量升高常标志着空气环境质量的恶化，故常用测定空气SO_2的水平作为评价空气环境质量的重要指标。中国居民小炉灶所排放的SO_2是室内空气污染的主要来源。SO_2和烟尘同时污染大气时，两者可产生协同作用。

毒作用表现 SO_2在水中溶解度很大。人体体液的主要成分为水分，故SO_2极易被粘膜的湿润表面吸收而生成亚硫酸，一部分可进一步氧化为硫酸，从而对粘膜产生强烈刺激作用。SO_2的嗅觉阈为 1.5—2.6 mg/m^3，浓度为 20—30 mg/m^3时可引起喉部刺激症状，50 mg/m^3时开始出现窒息感和眼刺激症状，120 mg/m^3时仅能忍受 3 min。少量吸入时，主要经上呼吸道及鼻粘膜吸收，可引起支气管和肺血管的反射性收缩，也引起分泌增加及局部炎症反应。大量吸入时，引起喉头水肿、声带痉挛，导致窒息。但对呼吸道刺激作用远较硫酸雾为弱。患有肺功能不全及呼吸循环系统疾病的病人、老年人和儿童，对SO_2气体特别敏感。

通过大量调查研究，认为SO_2和烟尘的日平均浓度分别为 0.25 mg/m^3时，呼吸道病人病情可恶化；0.5 mg/m^3时，中年以上或慢性病患者人群中可出现超额死亡。SO_2和烟尘的年平均浓度分别为 0.1 mg/m^3时，可使居民呼吸道疾病症状加重，儿童呼吸道疾病发病率增加。

预防 纱布口罩中夹以饱和碳酸钠溶液及 1%甘油湿润的纱布可吸收SO_2。

为了减少SO_2污染，应尽可能选用低硫燃料，对排放SO_2的工厂和锅炉要进行消烟除尘、烟气脱硫及回收处理。对生活炉灶，尽可能采用区域供热或煤气化。对新建和扩建城镇，要求将排放SO_2的工厂设置在居住区最小频率风向上风侧。要加强城市绿化，大量种植可吸收SO_2的树种净化空气、严格执行排放标准、卫生标准和大气质量标准的规定。

硫化氢

硫化氢(hydrogen sulfide, H_2S)是一种无色、有腐蛋臭的刺激性和窒息性气体。大气中H_2S主要来自天然气净化、炼焦、石油精炼、人造丝生产、造纸、橡胶、染料、制药等工业生产过程中的废气排放。天然的来源有火山喷气、细菌作用下动植物蛋白质腐败和硫酸盐的还原等。一些天然气气田和地热区的空气中也含有相当浓度的H_2S。进入粪窖、下水道和人工沼气池时易接触高浓度的H_2S。当空气中H_2S浓度为 1.4 mg/m^3(0.1 ppm)时，即能嗅到臭味。当浓度>10 mg/m^3时，嗅觉反而减弱，于持

续接触条件下，很快引起嗅觉麻痹，从而使人不再察觉它的存在，所以不能以臭味强弱作为判断有无危险的依据。

毒作用表现 H_2S易溶于粘膜表面水分中，对粘膜有强烈的刺激作用，可引起眼炎和呼吸道炎症，甚至肺水肿。进入肺泡内的H_2S很快被吸收入血液，并可与血红蛋白结合为硫血红蛋白。一部分可经呼气排出，无蓄积作用。一部分被氧化成无毒的硫酸盐和硫代硫酸盐，随尿和粪便排出。未被氧化的部分，进入组织细胞，与细胞色素氧化酶的二硫键作用或与三价铁结合，抑制细胞氧化过程，造成组织缺氧，引起全身中毒反应。高浓度H_2S可直接抑制呼吸中枢，引起窒息而发生迅速死亡。

急性作用的特点是先对呼吸道及眼有局部刺激；高浓度下，表现为中枢神经系统症状和窒息症状；更高浓度时可直接使呼吸中枢麻痹而立即引起窒息，造成"电击式"中毒。关于接触不同浓度H_2S对健康的影响见下表。

不同浓度H_2S对人体的影响

浓度(mg/m³)	接触时间	毒性效应
30—40	数小时	臭味强烈，但仍能耐受，属可能引起局部刺激及全身症状的阈浓度
70—150	1—2 h	出现眼及呼吸道刺激症状，长期接触可引起亚急性或慢性结膜炎
300	1 h	眼及呼吸道粘膜刺激症状强烈，并引起神经系统抑制
760	15—60 min	可引起支气管炎及肺炎，继而意识模糊、昏迷、呼吸麻痹死亡
1 000 以上	数秒	电击样死亡

预防 为了防止H_2S的污染，应改革工艺，尽量减少或消除H_2S的排放。含H_2S废水可用氯化钠或硫酸铁和石灰的混合液处理。含硫化钠的废水应严格防止与酸接触，以免放出H_2S。要防止事故排放造成急性中毒事件。地热的开发利用，也应注意防止H_2S的危害。

在一切可能发生或存在高浓度H_2S的生产现场，可放养小动物或使用半定量试纸及报警器。急性中毒患者应迅速脱离现场。对窒息者立即实行人工呼吸，并给以亚硝酸钠使产生高铁血红蛋白，从而使H_2S与三价铁结合，起保护细胞色素氧化酶的解毒作用。对进入粪窖、下水道等场所的操作工人，要进行自救互救教育。

光气

光气(phosgen, $COCl_2$)，常温下为无色气体，有腐草味，用作有机合成、农药、药物、染料及其他化工制品的中间体。脂肪族氯烃类(如四氯化碳、氯仿、三氯乙烯等)燃烧时可产生光气。

毒作用表现 光气属高毒类窒息性气体，主要损害深部呼吸道，毒性比氯气大10倍。人对不同浓度光气的反应见下表。

人对不同浓度光气的反应

浓度(mg/m³)	反应
2—4	嗅觉阈
4	较长时间接触最大耐受量
5—10	较长时间接触对生命有危险
20	1 min接触可致咳嗽及其他主观感觉
40	1 min内可致眼及呼吸道刺激
50	30—60 min可危及生命
80	1—2 min可致肺部严重损害
100	30 min内可危及生命
360	迅速死亡

光气水溶性低。低浓度对上呼吸道刺激作用不明显，进入湿润的肺泡后，经一定潜伏期後水解生成氯化氢而显现强烈刺激作用；浓度较高时，也可对支气管粘膜产生局部刺激作用，引起支气管痉挛、化学性肺炎及肺水肿，在肺水肿出现前即可发生窒息。

作用机制 光气对肺组织的作用机制为：光气分子中的羰基(—C=O)可同肺组织细胞内的蛋白质、酶等结合，引起酰化反应，从而扰乱了细胞正常代谢，使肺泡上皮细胞膜和毛细血管受损，通透性增加，导致化学性肺炎和肺水肿。同时，由于肺泡壁上表面活性物质破坏，表面张力增加，导致肺泡萎陷。加上间质水肿，使肺组织氧的弥散面积减小，造成缺氧。缺氧状态又进一步使肺水肿加剧，致使心、脑等脏器受损以及水和电解质紊乱，从而危及生命。

防治 使用四氯化碳灭火机，或脂肪族氯烃类和氯化苦等燃烧时，应注意发生光气的可能，应特别注意控制氟塑料加工温度不超过350—380℃。

光气中毒症状缓解期较长。凡怀疑吸入光气者，应绝对卧床休息，密切观察24—48 h，并严格控制补液。有支气管痉挛、肺水肿及其并发症者应积极对症治疗。

如发现光气漏逸，可用碱性物质如氨水、碱液等处理。

氟光气(COF_2) 沸点－83℃。溶于水及乙醇等有机溶剂。化学性质不稳定，遇水迅速水解，生成氟化氢。是氟塑料高温热解产物之一。

氟光气毒性与氟化氢相仿，对眼及呼吸道粘膜有强烈刺激作用，严重者引起急性肺水肿。

大鼠吸入4 h氟光气的致死浓度(LC)为276 mg/m³(约100 ppm)，吸入1 h的LC为972 mg/m³(约350 ppm)。中毒鼠大多在24—48 h内死亡，病理解剖见肺出血和肺水肿，存活动物于肺水肿逐渐吸收后，残留灶性肺气肿和间质纤维化。大鼠每天吸入浓度135 mg/m³氟光气1 h，共3—5 d，未死亡，病理解剖见肺泡壁上皮细胞

萎陷及小血管周围炎症细胞浸润，伴灶性肺气肿；肝细胞脂肪变性，细胞核肿胀。尿氮及肺组织琥珀酸脱氢酶活力增高。

氮氧化物

氮氧化物(nitrogen oxide, NO_x)为一组含氮的有害气体，是常见的空气污染物。在硝基炸药爆炸、硝酸发烟，含氮有机物燃烧或植物缺氧发酵，空气遇电弧光，柴油、汽油在内燃机中高温燃烧等情况下产生。种类很多，有氧化亚氮即笑气(N_2O)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)、三氧化二氮即亚硝酐(N_2O_3)、四氧化二氮(N_2O_4)和五氧化二氮即硝酐(N_2O_5)等。在空气中N_2O和NO_2较稳定，其他化合物均易分解或氧化而生成NO_2，因此NO_2是其中最重要的空气污染物。室内污染是由炉灶燃料高温燃烧所产生。据估计全世界每年排出的氮氧化物量可达 53×10^9kg。

某些青饲料和谷物含有硝酸钾，贮藏在不通风的仓内时可先发酵产生亚硝酸钾，并进一步形成亚硝酸。当仓内温度过高时，亚硝酸可分解为氮氧化物和水，造成所谓"谷仓气体中毒"。

N_2O毒性甚低，曾用作吸入麻醉药。N_2O_3、N_2O_4和N_2O_5易分解为NO和NO_2，在毒理学上无重要性。NO无刺激作用，但实验动物接触高浓度(如3 057mg/m³)NO几分钟后即可引起中枢性麻痹和痉挛，并可形成高铁血红蛋白血症。

二氧化氮(NO_2)　毒性比NO大4～5倍，主要引起肺水肿。其对人的急性影响见下表

不同浓度的NO_2对人的急性影响

浓度(mg/m³)	对人体的影响
70	能耐受几小时
140	只能支持半小时
220～290	立即发生危险
440～730	危险的程度很快增加
1 460	很快死亡

NO_2难溶于水，故吸入时对上呼吸道刺激作用小，到达肺泡后逐渐与水起作用，形成硝酸及亚硝酸而产生强烈刺激和腐蚀作用，使肺部毛细血管通透性增加，最后导致化学性肺炎和肺水肿。如同时吸入多量NO，则进入血液后形成亚硝酸盐，产生高铁血红蛋白血症。吸入高浓度NO_2者，少数人还可致自发性气胸、纵隔气肿等并发症和支气管扩张、支气管哮喘等继发性疾病。长期接触氮氧化物可引起慢性咽喉炎、支气管炎以及全身症状。流行病学调查表明，NO_2日平均浓度为 0.117～0.205 mg/m³时，儿童中急性支气管炎发病率增加。

硝酸(HNO_3)　纯品为透明液体，具强腐蚀性，沸点86℃。浓硝酸在空气中可放出N_2O_5，后者又与空气中水蒸气生成酸雾，不久即分解，产生NO_2。因此硝酸气体的致毒组分为混合性的氮氧化物，即所谓"硝烟"，其中主要是NO_2。硝酸液体溅及皮肤、粘膜，可造成强烈的化学灼伤。硝酸雾也可引起牙齿酸蚀症。

硝酸吸收入体后被还原生成亚硝酸盐，后者为高铁血红蛋白形成剂及血管扩张剂，故可引起高铁血红蛋白血症，血压降低以及心、肝、肾等脏器损害。

为预防氮氧化物污染，排放氮氧化物的工矿企业必须严格执行排放标准，改革生产工艺，开展综合利用。如改革锅炉和燃烧方法，减少氮氧化物的生成和排放；对机动车辆要加强管理，定期监测汽车废气中氮氧化物的含量，对于排出氮氧化物过多的汽车，应设法改善内燃机引擎或者于排气系统中安装回收装置；对制造硝酸、进行酸洗及重氮化等生产过程及设备须密闭并加强局部抽风；进入爆破后的矿井及青饲料贮仓，应事先充分通风；在锅炉、船舱等通风不良场所从事电焊或切割以及进入含氮化合物燃烧现场，应戴供氧式防毒面具并禁止用水灭火，改用砂袋或泡沫灭火器。

卤族化合物

卤族(halogens)包括氟、氯、溴、碘，以氟为最活泼元素。

氟(F)　在自然界以化合物形式存在。工业上常用萤石、冰晶石和氟磷灰石[$3Ca_3(PO_4)_2\cdot CaF_2$]等作为原料，生产中常见的氟化物有氟化氢、氟化钠、三氟化硼、氟硅酸钠等。在磷肥、含氟农药、致冷剂、氟塑料、氟橡胶、冶金等工业中可接触氟。

氟是人体组成必需的微量元素之一。机体可从饮水和食物摄入氟。适量的氟与牙齿表面羟磷灰石结合形成氟磷灰石，起到防龋作用。水中氟含量0.5～1.0mg/L是适宜的。高氟地区的农作物和饮水中含氟量很高。有关工业中的三废处理不当，常造成氟污染水源和农作物，并引起牛、羊和人中毒。气态或粉尘状的氟化物大多经呼吸道进入体内。胃肠道吸收氟化物的程度随溶解度而异。当肠胃道中有较多的钙、镁或铝存在时，则可与氟结合成不溶性氟盐，减少吸收。当血液pH值增高及钙离子浓度增大时，氟与血浆蛋白的结合量增多。高脂饮食可促进氟在体内贮留。氟经皮肤吸收量极少，但氟化氢可灼伤皮肤并被吸收。

吸收在体内的氟，约50%～85%随尿排出，12.6%～19.5%随粪排出，汗液可排出7%—10%，乳腺排出微量。体内存留的氟约90%蓄积于骨和牙组织中，在毛发、骨骼肌、肺、肝、脑、甲状腺、肾上腺、胰腺等组织内也贮留少量。组织中的含氟量与每日摄入的氟量成正比，每日进入体内的氟如不超过4～6mg，不会发生蓄积现象。

氟及其化合物，多属高毒类。对呼吸道及皮肤粘膜有强烈刺激和腐蚀作用。它在体内能干扰烯醇化酶、骨磷酸

化酶、脱氢辅酶Ⅰ、Ⅱ等多种酶的活性。氟化物可与骨组织羟磷灰石[$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$]的羟基及碳酸氢离子($HCO_3^-$)交换，并通过抑制骨磷酸化酶或与体液中的钙离子结合成难溶性氟化钙，导致钙、磷代谢紊乱，引起低血钙症、氟斑牙及氟骨症等一系列改变。在土层中含氟量高的地区和氟污染严重的工业区，居民长期从外环境(水、空气、食物)中摄入过量氟，可引起地方性氟中毒。它是一种慢性全身性疾病，主要表现为氟斑牙和骨损害。氟斑牙以门齿的氟斑釉最明显，先呈白垩状，继而出现褐染，重则牙面磨损、碎裂或牙齿脱落。骨损害主要表现为腰腿痛、关节僵硬、骨骼变形，甚至瘫痪残废，是由于氟化钙或氟的复盐沉积于骨组织所致。一部分患者出现骨质疏松，特别是经产妇及其子女。骨质疏松与硬化可以同时存在。疏松是由于骨内钙盐的正常蓄积和吸收过程减慢，并从骨组织游离出来。氟化物是一种强烈的酵解毒素，能影响骨的正常代谢。对于地方性氟骨症，则应采取综合性防治措施。过去主张低氟地区在饮水及牙膏中加入氟以防龋齿，但目前仍有争论。工业排放的含氟废气，应回收利用。

氟化氢(HF)　属氟的主要化合物之一，极易溶于水，成为氢氟酸，具有强烈腐蚀性。作用于皮肤能引起组织蛋白脱水和溶解，并可迅速穿透角质层，渗入深部组织，引起组织液化坏死，形成溃疡。若不及时处理，可深达骨膜及骨质，引起无菌性坏死。高浓度时与蛋白质结合，使皮肤呈灰色。大量吸收后，可能导致肾功能异常。大面积皮肤灼伤时，可引起休克和电解质紊乱等。因此对受损的皮肤及粘膜要及早用流动清水彻底冲洗至少10 min。局部敷氢化可的松软膏及碱性药物(如10%氯化钙)或进行10%氯化钙离子透入。组织坏死时，应在局麻下切开清创，用碳酸氢钠、呋喃西林湿敷。角膜和结膜接触时，会迅速出现白色假膜，严重时造成角膜穿孔，也需同样及时冲洗处理，并用氢化可的松和抗生素眼药水交替滴眼。

氯(Cl)　在自然界能以单质和化合物形式存在。

单质氯(Cl_2)　黄绿色具有剧烈的刺激性气体。高压下可液化为液氯。工业上常用作制造农药、塑料(聚氯乙烯)等的原料，以及造纸、印染等漂白剂，饮用水的消毒剂等。

氯经呼吸道吸收，遇水能迅速生成次氯酸、盐酸和新生态氧，引起局部强烈刺激作用，导致支气管痉挛、支气管炎和支气管周围炎。大量吸入时可引起肺水肿。人对氯的嗅觉阈为0.06 mg/m³，由于其强刺激性，人一旦吸入会立即避开。一般吸入3—6 mg/m³时，对眼、鼻有一定的刺激；15 mg/m³时对上呼吸道有严重刺激感；90 mg/m³时引起剧咳；120—180 mg/m³接触30—60 min，引起肺部严重损害；300 mg/m³可造成致命性损害。皮肤接触液氯或高浓度的氯气，可引起灼伤或急性皮炎。有时急性中毒还可以引起支气管哮喘。大量使用液氯的工厂，由于事故性氯气外逸，波及附近居民曾发生大批人群中毒事例。

长期暴露在一定浓度的氯气环境中，可引起上呼吸道、眼结膜和皮肤等刺激症状以及慢性支气管炎患病率增高。个别人有哮喘发作。

氯化氢(HCl)　氯化氢为有剧烈刺激性的无色气体，极易溶于水而成盐酸，常用于化工、冶金、染料制造、皮革鞣制及染色、纺织等生产中。对人眼和呼吸道粘膜有较强的刺激作用。长期接触较高浓度氯化氢，可造成慢性支气管炎、胃肠道功能障碍以及牙齿酸蚀症，并对皮肤有刺激及灼伤作用。

预防：除密闭通风等措施外，应注意管线、设备或容器是否漏氯。在正常维修前，一些与氯有接触的瓶、管线和设备应该用干燥空气冲净并与氯源分开。制定操作规程，避免或减少重大逸氯事故。车间内应安装方便的冲洗设备，以便皮肤粘膜污染后及时冲洗。应培训操作人员，掌握在紧急情况下该采取的控制措施和急救手段。禁止将氯气任意排入周围环境中去。

溴(Br)　在自然界能以单质和化合物形式存在。

单质溴(Br_2)　棕红色发烟液体。室温下即可迅速挥发，具有特殊臭味。主要用于制造染料、药物、照相材料、化学试剂、熏蒸剂以及合成溴化物的原料。生产中常由于管道滴漏而逸出。

溴可经呼吸道、皮肤和消化道进入人体，是一种强腐蚀性和刺激性物质，其蒸气对眼、皮肤和粘膜有强烈刺激性。接触高浓度溴可致皮肤灼伤，甚至溃疡。组织损害程度一般较氯明显。

人对溴的嗅觉阈<0.066 mg/m³。0.132—0.33 mg/m³引起轻度刺激症状；3.3—6.6 mg/m³短时接触即有明显刺激；6.6 mg/m³有强刺激；11—13 mg/m³引起严重的窒息感；30—60 mg/m³属危险浓度；220 mg/m³在短时内可致命。

长期吸入低浓度溴，可有蓄积性，能引起神经系统功能紊乱，少数人可发生过敏性皮炎。

预防：防止设备和管道泄漏现象。生产设备用耐腐蚀材料制成，管道用陶瓷或玻璃制成。输送这些物质用加压惰性气体，或用真空法。防止燃烧或爆炸。加强局部抽出式通风。

碘(I)　在自然界能以单质和化合物形式存在。

单质碘(I_2)　紫色片状结晶。为一种强氧化剂。碘易升华，蒸气呈紫色。碘蒸气对粘膜有明显刺激性，在1.03 mg/m³的低浓度时，即可引起眼结合膜刺激症状。随着浓度增加，可出现眼结膜炎、鼻炎、支气管炎、肺水肿等。结晶碘片或浓溶液是一种强烈的皮肤刺激剂，皮肤接触后不易清洗，可引起强烈皮肤刺激作用，甚至灼伤。人误服碘2—3 g可致命。

碘蒸气经呼吸道吸入后，在体内转化为碘化物，主要经尿排出，也可随唾液、胆汁、汗或乳汁排出微量。

长期接触碘蒸气，可引起眼结膜及呼吸道慢性炎症。

此外,少数人可引起过敏性皮炎、鼻炎或哮喘。

碘是人和动物的必需元素。成年人每日需碘量约200—500 μg,最低量为100 μg。青少年需碘量稍高,孕妇需碘量比一般人要多几倍。饮用水和土壤中缺碘可引起地方性甲状腺肿,是一种生物地质化学性疾病。世界上许多国家都有此病,特别是离海较远、海拔较高、交通不便的山区。沿海和平原地区发病较少。全世界地方性甲状腺肿患者人数约占世界总人口数的6%-8%。病区土壤、地下水和食品中碘含量普遍低。一般饮水碘含量<10μg/L时,就有可能发生地方性甲状腺肿。饮水碘含量<4μg/L时,患者明显增多;<2μg/L时,患者可达50%。患者女性多于男性,尤以生育期妇女为多,这与妇女生理特点以及生育期需碘多有关。但饮水碘含量太高,>90μg/L时,则甲状腺肿患病率反而增高。说明摄入过多的碘,可能抑制甲状腺素的生成和释放。因而沿海个别高碘地区也出现甲状腺肿病人。

防治缺碘性地方性甲状腺肿主要是服用碘制剂和含碘多的海产品,大面积预防可采用食盐加碘的办法。加碘量各地标准不一,正常推荐标准:碘:食盐为1:100 000,最多不能超过1:10 000,根据各地缺碘情况而定。局部地区可采用口服碘制剂或肌肉注射碘油,防治效果较好,但需在医务人员指导下应用。海带、海鱼等海产品含有大量的有机碘,对防治地方性甲状腺效果较好,且无副作用。

接触碘的操作应在封闭系统中进行,并加强局部抽出式通风。

二硫化碳

二硫化碳(carbon disulphide,CS_2),易燃液体。沸点46.3℃。在常温下极易挥发。25℃时蒸气压47.88 kPa。工业品有坏萝卜样臭味,主要因含有其他无机硫化物。几乎不溶于水,可与脂肪及其他有机溶剂混溶。工业上常用作溶剂及制造粘胶纤维、玻璃纸、四氯化碳等。农业上可用作粮食的熏蒸杀虫剂。其废气常污染大气环境,其废水又可污染水环境。少量二硫化碳存在于煤焦油和粗石油中,成为环境污染源。

入体途径与转归 主要以蒸气形式吸入。在高浓度下或直接接触二硫化碳液体时,也可经皮肤吸收。大气中二硫化碳蒸气对最敏感居民的嗅觉阈,即出现腐败萝卜臭时的浓度,为0.08 mg/m³。在水中的嗅觉阈为1—1.5 mg/L。

CS_2在肺泡内被迅速吸收,吸入量的80%滞留在体内。吸收后先溶解于血液,约在1.5 h后达到饱和而保持平衡状态,然后进入组织。在周围神经、脑和肝中的浓度较高,以结合或游离的形态存在。进入体内的CS_2,10%—30%仍经肺排出,但在持续吸入的情况下,则经肺排出量<10%。只有1%以原形随尿排出。有70%—90%在体内代谢。主要代谢物为硫脲和2-巯基-2-噻唑啉酮,总称为二价硫化合物,经尿排出。另一部分在肝脏内代谢,分解出硫化氢、二氧化碳和元素硫。硫化氢进一步氧化成硫酸根随尿排出。

毒作用机制 至今还未完全阐明,有以下几种意见:

CS_2代谢产物与各种微量金属元素螯合 CS_2与氨基酸的氨基起作用,形成硫代氨基甲酸酯和噻唑烷酮,存在于血液及组织中。硫代氨基甲酸酯的巯基可与多种无机离子螯合,从而干扰细胞的代谢,最后导致组织损伤。

抑制体内某些酶 抑制单胺氧化酶、多巴胺-β-羟化酶、三磷酸腺苷酶等,线粒体呼吸及氧化磷酸化过程发生改变。

干扰维生素代谢 CS_2与吡哆胺作用,干扰体内维生素B_6代谢,使以维生素B_6为辅酶的一些酶活性受到抑制,造成与转氨酶有关的一些代谢发生紊乱。

干扰儿茶酚胺代谢 接触CS_2者的中枢神经系统、心血管系统及内分泌系统的病变和精神障碍等,可能与儿茶酚胺代谢受到干扰有关。

干扰脂类代谢 在接触CS_2的工人中,发现血清胆固醇升高,这可能是由于后者在肝脏中合成的速度增加和脂肪代谢降低所致。

影响微粒体药物代谢 CS_2对肝脏有毒性,以致破坏了细胞色素P_{450}。

对人体的危害 CS_2为损害神经和血管的毒物。属低毒类。成人经口最小致死量约为10 ml。在1.5—1.6 g/m³浓度下经30 min后产生症状,15 g/m³下30 min致死。

在动物体内有蓄积作用。人接触浓度>200 mg/m³时,最早者2个月即出现中毒症状,一般在4年后普遍发生中毒;接触浓度>40 mg/m³时,可有明显神经衰弱综合征。CS_2虽可经皮肤吸收,但经皮肤毒性不大。

急性中毒表现为麻醉状态,慢性中毒表现如神经衰弱综合征、植物神经功能紊乱、周围神经损害、锥体束外症状、精神症状、血管损害(主要为全身动脉粥样硬化)以及肾上腺和睾丸的内分泌功能障碍。长期低浓度接触者(在50 mg/m³左右)可引起心血管疾病。

预防 为预防CS_2污染危害,应将制造和使用CS_2的工厂企业,设在城市郊区或人口居住较少的居民区,与居民点至少要保持1 km的距离,并应建在该地区常年最小风向的上风侧和当地水源的下游,厂区周围要有充分的绿化区。

在工厂中应开展工艺改革和技术革新,减少CS_2的用量,并防止跑、冒、滴、漏以保护工人健康和减少无组织排放。收集含CS_2尾气后应用高烟囱排出,排出前应回收处理。废水采取中和法、混凝沉淀法及生物滤池法净化后再排放。

应尽可能采用其他减少污染的熏蒸法。必须用CS_2时,应注意粮仓与居民区要有适当的距离,并在熏蒸后

1—2 个月才能使用，使残留量减少至容许限量之下

经常检测车间空气中CS_2的浓度及定期健康检查，如发现工人有心血管损害，特别是中年以上者，应注意脂肪代谢、心血管和神经系统的健康监护。

氰化物

氰化物(cyanide)可分为无机氰化物和有机氰化物(或称腈化物)，分子中都含有氰基(—CN)。其毒性及毒作用特征，在很大程度上取决于代谢过程中析出氰离子(CN^-)的速度和量。如氰化氢、氰化钾和丙烯腈等在体内都能迅速析出氰离子，因此毒性很高，易造成急性中毒。亚铁氰化物和铁氰化物，在一般条件下是低毒的，但与酸或酸性盐类相互作用，并加热至 40—50℃时，即可析出剧毒的氰化氢。而氰酸酯或其盐类、异氰酸酯类、氨基腈类及二氰胺类等不能析出氰离子，一般毒性低，以局部刺激作用为主。异氰酸酯类化合物可致支气管哮喘。硫氰化物可致血压降低和甲状腺功能减退。

接触机会 氰化物是重要的化工原料，广泛用于制造药物、合成纤维和塑料，也应用于电镀、钢的淬火和选矿等工业。氢氰酸及其盐类主要用于电镀业、采矿业(提取金银)、制造各种树脂和合成腈化物。有时也用于仓库和船舱烟熏灭鼠。丙烯腈、甲基丙烯腈等都是合成纤维、合成橡胶和塑料的重要原料。此外，某些植物的果实和核仁中，如苦杏仁、枇杷仁、桃仁、木薯、白果等，都含有氰化物。过量摄入后，尤其是儿童，可发生中毒，甚至死亡。

入体途径与转归 职业性无机氰化物中毒，主要是吸入氰化氢气体或氰化物盐类粉尘所致。大量吸入氰化氢时，1—3 min内即可发生急性中毒，并造成"电击样"死亡。有机氰化物(腈化物)中毒，除吸入其蒸气外，经皮肤吸收也占重要地位。生活性氰化物中毒以误服为主。本类化合物经胃肠道吸收较完全，有的经口腔粘膜即可吸收。氰离子在肝脏内通过硫氰酸酶作用形成硫氰酸盐(占⅔—⅘)，随尿排出。后者还可在硫氰酸盐氧化酶作用下缓慢地释出氰基。小部分氰基与胱氨酸结合，形成 2-亚胺基-噻唑烷-4-羧酸，或与葡萄糖结合成微毒的腈类，经肾脏排出。氰基可转化为甲酸盐，进一步参与一碳化合物代谢；也可转化为氰化氢或分解为二氧化碳和氨(占¼—⅓)，随呼气排出。体内存在足量的硫，是氰化物解毒过程中不可缺少的条件。

血和尿中氰化物含量，只能反映近几天内所吸收的氰化物量。此外，吸烟和食物的种类对其含量影响较大。吸烟者尿硫氰酸盐量比不吸烟者增加 1 倍。

发病机制 氰离子抑制细胞色素氧化酶，引起细胞内窒息，是毒作用的主要机制。当氰离子与酶中的三价铁结合后，阻止其还原，即阻断了氧化过程中的电子传递，使组织细胞不能利用氧。氰化物可抑制 40 多种酶，其中大多数酶含有铁和铜，但以细胞色素氧化酶对氰化物最敏感。氰化物还可能夺去某些酶的其他金属，与酶的辅基和底物中的羰基相结合，或使二硫键断裂。

氰化物的蓄积作用较弱。但长期接触一定量氰化物的工人可出现神经衰弱综合征，伴有眼及上呼吸道刺激症，血红蛋白和红细胞代偿性增多，以及血压偏低等。近年来实验表明，丙烯腈具有致癌和诱变作用，提示其在体内氧化成环氧化物而获得烷化剂样作用。

防治 工业含氰废水是主要环境污染源。腈类化纤或塑料制品废料大量集中燃烧时，可产生含氰化氢烟气污染大气。自然界(水、日光、土壤、植物)对排入的氰化物有较强的净化能力，因此只有当氰的排放量超过环境自净能力时，才形成对人的直接、间接或潜在的危害。

氰化物中毒发展快，人口服氰化钠致死量约为 1—2 mg/kg，故急性中毒抢救应强调就地应用解毒剂。解毒主要利用亚硝酸异戊酯和亚硝酸钠等高铁血红蛋白形成剂，使体内形成一定量的高铁血红蛋白与游离氰基结合成不太稳定的氰化高铁血红蛋白，暂时保护细胞色素氧化酶。然后用硫代硫酸钠作为供硫源，将氰离子转化为硫氰酸盐后随尿排出。

氰化钠、氰化钾等系高毒物质，应严格遵守操作制度、管理制度和个人防护制度。无机氰化物受热分解或遇酸可放出高毒的氰化氢气体，故存放氰化物的仓库应防热、防酸。生产中主要防止吸入无机氰化物粉末。对有机氰化物，应防止蒸气吸入和皮肤污染。对异氰酸酯类严重过敏者应调离接触。氰化物车间必须准备急救药物，教育工人掌握急救知识。含氰废水必须经处理后才能排放。

无机氰化物主要有以下几种。

氰化氢(HCN) 无色液体，具苦杏仁特殊气味。气体状态为氰化氢，溶解于水中称为氢氰酸。属高毒类，各种温血动物的中毒表现基本相同。

氢氰酸对人的急性吸入毒性见下表。本品可经皮肤吸收。人的经口MLD为 0.7—3.5 mg/kg。嗅觉阈为 0.22—5.71 mg/m^3

氢氰酸对人的急性吸入毒性

浓度(mg/m^3)	致 毒 作 用
300	立即致死
200	10 min后死亡
150	30 min后死亡
120—150	对生命有危险，一般在 1 h内死亡
50—60	能耐受 30 min至 1 h，无即时的或后遗的作用
20—40	接触几小时后出现轻度症状，如头痛、恶心、呕吐、心悸
5—20	个别人感到头痛、头晕

氰化钠和氰化钾(NaCN；KCN) 均为白色结晶，俗统称山奈。用于提取金银、镀铜、镀锌、渗碳和制药。属高毒类。人口服致死量为 1—2 mg/kg。吸入其粉尘引起与

氢氰酸相同的毒作用。氰化钾粉尘还可致皮肤顽固性湿疹、溃疡等。遇酸能产生氢氰酸，危害大为增加。

亚铁氰化钾[$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$] 俗名黄血盐。柠檬色固体。当存在游离酸或酸性盐时，加热至40—50℃可释出氢氰酸。主要用作化学试剂。属低毒类。本品中毒时可引起肾脏损害而出现糖尿。

有机氰化物(腈化物)主要有以下几种

乙腈(CH_3CN) 又称甲基氰。无色液体，有芳香气味。用于有机合成，制造药物、香料。属中等毒类。无明显蓄积作用。人的嗅觉阈为67.2 mg/m³。对鼻和咽部有刺激症状。本品曾有职业中毒的报告。

丙烯腈(CH_2CHCN) 无色液体，具特殊杏仁气味。制造腈纶的主要原料。属高毒类。毒作用似氢氰酸。人吸入1 000 mg/m³，1—2 h可致死；吸入300—500 mg/m³，5—10 min，出现上呼吸道粘膜灼痛和流泪；吸入35—220 mg/m³，20—45 min，除粘膜刺激症状外，还可出现头部钝痛、胸闷、兴奋和恐惧感、皮肤发痒。人的嗅觉阈为46.6 mg/m³。对皮肤、粘膜的刺激作用属中等，蓄积作用不明显，动物实验发现有致肿瘤和致畸作用，但对人未证实。曾屡见职业中毒的报告。

异氰酸酯类 多数是不易挥发的液体，具有明显气味，有些是固体。主要用于生产聚氨酯泡沫塑料、合成纤维、粘合剂和涂料。本类化合物不具有氰离子所致的毒作用，主要对上呼吸道，眼和皮肤有不同程度的刺激作用。其中不少有催泪作用，此作用随化合物的分子量增大而减弱。有些异氰酸酯可致过敏性哮喘发作。二异氰酸甲苯酯[TDI, $CH_3C_6H_3(NCO)_2$]为白色液体。属低毒类。对呼吸道粘膜有明显刺激作用，但对皮肤刺激性较小，不能经无损皮肤进入体内。人的嗅觉阈为3 mg/m³。少数人可产生过敏，而发生哮喘性支气管炎或支气管哮喘以及过敏性皮炎。

N-亚硝基化合物

N-亚硝基化合物(nitroso compound)多为液体或固体。结构通式为$\frac{R_1}{R_2}>N-NO$。可分N-亚硝胺和N-亚硝酰胺两类。N-亚硝胺的R_1和R_2为烷基、芳基或脂环化合物；N-亚硝酰胺的R_1为烷基，R_2为酯基(如—CO·O·C_2H_5)或酰胺基(—CO·NH_2)。除二甲基和二乙基衍生物外，几乎不溶于水。可溶于有机溶剂。具有光敏性，在紫外线照射下，发生光解作用。N-亚硝胺可还原为肼，或氧化生成醛及硝基化合物。N-二甲基亚硝胺除生成甲醛外，在有机溶剂中形成一种强甲基化剂——偶氮烷烃；在水溶液中，在适当的pH下可形成偶氮甲烷和碳镓离子。

已知N-亚硝基化合物达数百种，其中近百种经动物实验证实有致癌作用，尚缺少引起人类癌症的直接证据。近年来研究表明，有些N-亚硝基化合物与人类食管癌、胃癌等的发生有密切关系。

来源 N-亚硝基化合物的生产和应用并不多，但亚硝酸及胺等的前体物质，广泛分布于环境中，也可存在于人体内，此等物质在一定条件下可化合形成N-亚硝基化合物，威胁人体健康，因此已受到普遍关注。

工业生产及应用 现代工业上生产及应用N-亚硝基化合物较少，主要用于染料、橡胶、皮革、制药和电气工业，有的用作实验试剂。N-二甲基亚硝胺可用于合成火箭燃料。在生产及应用过程中，N-亚硝基化合物可经"三废"污染大气、土壤及水。

环境中及体内的合成 N-亚硝基化合物由亚硝酸及胺或酰胺化合形成，化合作用可在环境及人体内进行。N-亚硝胺的合成反应为：

$$R_1(R_2)NH + HNO_2 \longrightarrow R_1(R_2)N-NO + H_2O$$

N-亚硝酰胺的合成反应为：

$$R_1NHCOR_2 + HNO_2 \rightleftharpoons R_1N(NO)COR_2 + H_2O$$

两类反应的速度与亚硝酸、胺或酰胺的浓度、pH及接触时间等有关。

亚硝酸、胺或酰胺及其直接前体物质，如硝酸盐、氮氧化物、动植物和微生物体内蛋白质代谢的中间产物等广泛存在于环境中。在大气、土壤、水体、食物、某些工业产品、药物、动植物体内均存在，其中硝酸盐、氮氧化合物经化学或微生物作用，形成大量亚硝酸盐。

在人和动物的胃中或人的唾液中也发现有N-亚硝基化合物的形成。仲胺是蛋白质代谢的中间产物，罐头加工等过程使蛋白质分解，产生仲胺。仲胺和亚硝酸盐形成亚硝胺。维生素C能阻断亚硝胺在胃内合成。

环境中的含量 有关环境中存在的N-亚硝基化合物，还没有系统的定量检测资料。现有的一些检测结果表明：①生产和使用N-亚硝基化合物车间空气中的含量，N-二甲基亚硝胺(NDMA)可达0.12—1.5 μg/m³；N-亚硝基吗啉(NMOR)达0.7—66 μg/m³；皮革厂的NDMA达1.2—47 μg/m³；火箭燃料厂的NDMA为36 μg/m³。②城市大气中的NDMA约为0.06—3.5 μg/m³。③水中的N-亚硝基化合物为0.1 μg/L左右。④亚硝酸盐处理过的咸鱼、腌肉等动物性食物中含NDMA、N-二乙基亚硝胺(NDEA)、N-二丁基亚硝胺(NDNBA)、N-亚硝基吡咯烷(NPYR)、N-亚硝基哌啶(NPIP)等的含量在0.1—300 μg/kg。⑤蔬菜、谷类、桑叶可由土壤吸取N-亚硝基化合物。中国河南林县食管癌高发区霉变的玉米面中发现含NDMA、NDEA、N-甲基苄基亚硝胺(NMBN)、N-3-甲基丁基-N-1-甲基丙酮基亚硝胺等。⑥烟草中含NDMA、NDEA、NPYR为6.9—15.6 μg/kg，N-亚硝基二乙醇胺(NDELA)为0.1—6.8 mg/kg，N-亚硝基降烟碱(NNNN)在香烟中为0.22—11.9 mg/kg。此外，土壤、农药、合成洗涤剂等中均发现有N-亚硝基化合物。其中有些是原料中杂质污染所致。

致癌性 1956年Magee及Barnes报道了NDMA诱发大鼠肝癌以来,引起了世界的广泛注意。目前已知一些N-硝基化合物的致癌靶器官见下表

N 亚硝基化合物的致癌性

化合物	致癌的靶器官
亚硝胺	
N-二甲基亚硝胺	肝、肺、鼻腔
N-二乙基亚硝胺	肝、食道、肺
N-2-n-丙基亚硝胺	肝、食道
N-2-n-丁基亚硝胺	肝、食道、膀胱
N-二戊基亚硝胺	肝、肺
N-甲基戊基亚硝胺	食道
环状亚硝胺	
N-亚硝基吡咯烷	肝
N-亚硝基哌啶	肝、食道
N-亚硝基哌嗪	肝、食道、胃、肺
亚硝基氨基甲酸酯	
N-甲基亚硝基氨基甲酸酯	前胃、肺、肾
N-乙基亚硝基氨基甲酸酯	前胃、脑、脊髓、肾
亚硝基尿素	
N-甲基亚硝基脲	前胃、脑、脊髓、肾
N-二甲基亚硝基脲	脑、脊髓、肾
N-乙基亚硝基脲	脑、骨髓
N-丁基亚硝基脲	骨髓、乳腺
N-1-甲基-1-亚硝基脲	脑、脊髓、末梢神经
亚硝基胍	
N-甲基-N′-硝基-N-亚硝基胍	胃

N-亚硝胺需经酶的活化才能致癌,而N-亚硝酰胺可以直接致癌。最终致癌物可能为偶氮烷烃和碳鎓离子,它们能使细胞的核酸和蛋白质烷化,尤其是RNA和DNA的鸟嘌呤的N-7位发生烷化。

N-亚硝酰胺为强烈的化学诱变剂。N-甲基-N′-亚硝基胍,在常用的微生物测试系统和果蝇等中均能诱变。N-亚硝胺要在体内经过代谢活化才能显示其诱变活力。

近年来研究表明,人类胃癌和食管癌病因与N-亚硝基化合物的关系密切。易患胃癌的慢性胃炎患者胃液内的亚硝酸及N-亚硝基化合物含量明显高于正常人,而食物在胃内滞留时间也较正常人长。中国河南林县食管癌高发区曾发现当地污染食品的霉菌如串珠镰刀菌、白地霉等,不但能还原硝酸盐为亚硝酸盐,并能增加霉变食物内胺类的含量,促进亚硝胺的合成,为食管癌病因提供新线索。非洲赞比亚报道食管癌也可能与当地自酿酒中含N-二甲基亚硝胺有关。

毒作用 N-亚硝胺急性毒作用主要在肝脏,引起肝小叶中心性出血坏死;此外,还可引起肺出血,腹腔、胸腔有血性渗出液,对眼、皮肤、呼吸道有刺激作用。N-亚硝酰胺有直接刺激作用,引起局部组织严重损害,对肝脏损害作用小,主要是肝小叶周边性损害。

预防 要减少进入人体的硝酸盐和亚硝酸盐的量及阻断亚硝胺在体内的合成。要做到:①合理有效地使用氮肥,避免污染水体。②在土壤缺钼地区,应适当施用钼肥,既可提高产量,又能减少硝酸盐在作物中累积,并可提高蔬菜等的品质。③防止工业废水和生活污水对水体的污染。④改进食物贮藏和加工的方法。如腌制蔬菜时,加入食盐量应不少于4%,腌一个月后再食用,食用前要冲洗干净。在鱼、肉制品中应控制加入亚硝酸盐量。中国规定(GBn 16—77)肉制品中亚硝酸盐含量不得超过20 ppm,食用碱中硝酸盐或亚硝酸盐不得超过100 ppm。当食用香肠、咸鱼、火腿等食品时,要避免油炸,可用蒸、煮方法,这样在碱性或中性条件下,亚硝胺易随水蒸气逸散。⑤平时应该经常食用富含维生素C的蔬菜和水果,提高机体的抵抗力。⑥对含亚硝胺的废弃液,应采用铝镍合金粉和碱性水溶液处理,可使亚硝胺还原成相应的肼,其中间产物肼也能被还原成无致癌性的胺和氨。⑦对生产和应用N-亚硝基化合物的工厂,除加强管理外,尽可能改用其他物品代替。

芳香族烃类

芳香族烃类(aromatic hydrocarbon)化学物的结构上都具有一个或几个苯环,分为单环芳香烃和多环芳香烃(PAH)两类。单环芳香烃包括:①苯及其同系物(烷基苯):如苯、甲苯、二甲苯、三甲苯及乙苯等。②苯基取代的不饱和脂烃:如苯乙烯、苯乙炔等。PAH包括:①多苯代脂烃:如二苯甲烷、四苯乙烯等。②联苯及联多苯:如联苯、联三苯等。③稠环芳香烃:又可分为稠苯环(如萘、蒽、菲等)、苯并脂环烃和稠苯并脂环烃(如茚、芴、苊等)。

芬香烃可从煤焦油提炼或液体石油产品高温裂解而获得。大多数为液体,部分为固体。多数具有芬香味。几乎不溶于水,而溶于有机溶剂。

大多属中等毒类。主要经呼吸道吸入,经胃肠道可较迅速吸收,完整皮肤吸收甚微,但也有较易经皮肤吸收的(如乙苯)。有的甚至可引起死亡。

急性吸入时主要作用于中枢神经系统和植物神经系统,严重者可因呼吸中枢麻痹而死亡。对皮肤粘膜有刺激作用。甲苯比苯和乙苯的急性毒性稍强。具有支链的化合物,其作用较正链的同分异构物为弱;苯环上有一个取代基者较相应的2个和3个取代基的作用为强。芳香烃侧链上有双键时(如苯乙烯),则刺激作用尤为明显。

慢性毒作用中以神经衰弱综合征为最常见,个别晚期病例可出现器质性神经系统损害、感觉障碍、不全麻痹和运动失调等。少数可致造血系统的损害,其中以苯的毒性最强。其次为刺激作用,经常接触液态芳香烃,能引起皮炎,如甲苯、乙苯等均可使皮肤发生水肿、脱皮和皲裂

等，可能与其脱脂性能有关。吸入少量液态甲苯、乙苯及对异丙基甲苯等，即可发生化学性肺炎、肺水肿及出血等剧烈反应。高浓度的甲苯、二甲苯蒸气还能引起结膜炎、泡性角膜炎。工人长期接触萘发生视神经炎及视网膜疾患。此外，严重的甲苯、二甲苯中毒也可引起肝脏损害。

单环芳香烃　是分子中含有一个苯环的烃类。

苯(C_6H_6)　为无色、透明具特殊芳香气味的油状液体。主要用作有机溶剂和化工原料。属中等毒类。空气中苯浓度达2%时，人吸入后在5—10 min内致死。成人摄入约15 ml的苯可引起虚脱、支气管炎及肺炎。苯对人体急性毒性见表1。

表1　苯对人体的急性作用

空气中苯蒸气浓度(mg/m^3)	接触时间(min)	反　应
160—180	300	头痛、乏力、疲劳
1 600	60	一般中毒症状
4 800	60	严重中毒症状
24 000	30	生命危险
61 000—64 000	5—10	死亡

苯慢性作用对造血系统的损害最为突出，出现血象及骨髓象异常。表现为白细胞减少为主的苯中毒，红细胞和血小板常降低，甚至发生再生障碍性贫血。工人在接触高浓度的苯数年后，个别人可发生白血病。

苯蒸气进入肺泡后，血/气分配系数为6.58—9.3。在最初几分钟吸收率较高，以后随血液浓度增加而下降。经动物实验证实，吸入苯后，43%的苯以原形从呼气中排出，1.3%氧化为二氧化碳经肺呼出，34.5%经代谢后随尿排出。主要的代谢产物有酚(23.5%)、对苯二酚(4.8%)、邻苯二酚(2.2%)等，这些代谢物与硫酸和葡糖醛酸结合后排出。此外，尚有15%—20%的苯蓄积在体内，逐渐转化为代谢物后排出体外。留在体内的苯，主要分布在骨髓、脑及神经系统等含脂肪多的组织内，尤以骨髓中含量最多，约为血液中的20倍。苯的代谢主要在肝脏内进行。肝微粒体的混合功能氧化酶，包括细胞色素P_{450}，使苯羟基化。因此凡能刺激微粒体酶系活性的化合物，也能增加苯的代谢，而一些能与细胞色素P_{450}起反应的化合物，则可抑制苯代谢。

测定尿中硫酸盐及尿酚的量可反映近期体内苯吸收的情况。

要防止苯的危害，最重要的是防止从呼吸道吸入苯。做好就业前预防性体检及定期医学检查，包括白细胞检验。检查接触者呼出气中的苯和尿酚或尿有机硫酸酯，可作为苯吸收的评价指标。

甲苯($C_6H_5CH_3$)　沸点110.7℃。属低毒类。高浓度($71.4\ g/m^3$)短时接触可危及人的生命。对神经系统的作用及刺激作用均较苯强。当血液浓度为56.8 μmol/L (0.5 mg/dl)时，可明显影响某些神经功能，但对造血系统的损害比苯轻。

进入体内的甲苯，80%—90%氧化成苯甲酸，并与甘氨酸结合形成马尿酸随尿排出，少量苯甲酰基则与葡糖醛酸结合后随尿排出。吸入高浓度甲苯时，有少量氧化成邻位甲酚，随尿排出。

尿中马尿酸邻位甲酚和呼出气中的甲苯量可作为接触甲苯吸收量的指标。

二甲苯[$C_6H_4(CH_3)_2$]　有三种异构体，均属低毒类。工业用二甲苯还含有5%—10%的乙苯、硫酚、吡啶、甲苯和苯等混杂物。二甲苯毒性较苯和甲苯为小，但对粘膜刺激作用较苯强，对造血系统的影响尚无定论。嗅阈为$0.8\ mg/m^3$。

进入人体的二甲苯，大部分(60%—88%)在肝脏内被氧化为水溶性物质甲基苯甲酸，其次为二甲基苯酚、羟基苯甲酸等。甲基苯甲酸与甘氨酸结合成为甲基马尿酸，随尿排出。一部分二甲基苯酚与葡糖醛酸和硫酸结合后，随尿排出，少量以游离状态的甲基苯甲酸、二甲基苯酚等随尿排出。正常人尿中不含甲基马尿酸，测定其量可作为接触二甲苯的指标。原形二甲苯也可经呼吸道排出一部分，但其比例比苯或甲苯小。

工业上常用甲苯、二甲苯代替苯作溶剂或稀释剂，而油漆稀释剂中又常混有苯，所以现场空气中苯、甲苯、二甲苯三者常共同存在，需分别检测。

苯乙烯($C_6H_5CH{=}CH_2$)　是制造聚苯乙烯的单体，也作为溶剂。沸点146℃。属低毒类。急性毒作用主要为刺激及麻醉作用，空气中浓度为100—200 mg/m^3时，对人的眼及咽喉粘膜有刺激作用；浓度3 500 mg/m^3，接触4 h，产生明显刺激症状、意识模糊、乏力等。慢性作用可能对血液和肝有轻度损害。

苯乙烯易经呼吸道和皮肤吸收，吸收后在体内大部分转化成扁桃酸和苯酰甲酸，并随尿排出。

多环芳香烃(PAH)　是分子中含有2个以上苯环的烃类。苯环联接方式有二：非稠合联接，即各苯环之间没有共用的环内碳原子，如联苯、二苯甲烷等；稠合联接，即苯环间有两个或两个以上共用的碳原子，如萘、蒽、菲等，这类化合物亦称稠环芳香烃，其中多种有致癌性。在研究环境污染问题时所称的PAH通常是指稠环芳香烃。

来源　清洁环境中所含微量的PAH，系来源于森林与草原的火灾以及火山爆发；自然界中有些细菌也可以合成PAH，这些便构成了环境中PAH的自然本底。PAH也是一切含碳燃料及有机物不完全燃烧的产物。存在于大气烟尘、汽车废气、被污染的空气、水和土壤以及烟熏烘烤食物中。食品加工过程中脂肪及类脂质变热也可产生PAH。PAH还可经废水、废渣而污染水与土壤，大气中的降尘也能降落到水体和土壤中。

环境中的PAH可受到物理、化学和生物学的作用自净。例如，大气中的PAH可受阳光紫外线及臭氧的作用而降解为无致癌性的物质，水和土壤中的某些微生物亦可使之降解。但这种自净能力是有限的，如污染程度超过了自净能力，则PAH污染的程度将会增加。

对机体的影响 PAH可经呼吸道、皮肤及消化道进入人体。例如，每一成年人每年可从大气中吸入苯并(a)芘(BaP)0.05—500 μg；如每天吸烟20支，一年即可吸入BaP 15—890 μg(按BaP含量为每100支香烟0.2—12.2 μg计算)，这样的吸入量是相当可观的。

进入人体的PAH受到混合功能氧化酶，尤其是其中所含芳烃羟化酶的作用，生成多种极性代谢物，大部分经胆汁，小部分经尿排出体外。在代谢过程中的某些产物业已证明具有致癌性。例如BaP经靶细胞代谢生成的7,8-二羟基-9,10-环氧-7,8,9,10四氢苯并(a)芘能与细胞大分子(例如DNA、RNA)共价结合，使遗传信息发生改变，构成致癌的基础。

PAH对人和动物是一种强致癌剂，可引起肺癌和皮肤癌。不过不同的PAH的毒性并不完全相同(见表2)。常以BaP为代表。全世界每年由工业锅炉、生活炉灶、工业企业与交通工具排出的BaP即达5 000余吨，而一般认为BaP仅占致癌性PAH的1%—20%。大气中的BaP(吸附于灰尘上)，含量约为10^{-4}—1 μg/m³空气。在中国肺癌高发区云南宣威县某些乡，室内空气BaP浓度均值达6.27 μg/m³。主要污染源是该地居民燃烧烟煤时所产生的炊烟。烟尘颗粒极细，大多粒径<2 μm，烟尘中Ni、Co、Mn等含量也均较高于对照区。此外，烟草丝燃烧的烟气中含有多种致癌性PAH。流行病学调查表明，肺癌的死亡率增高与吸烟的关系最大，当然大气污染、职业性接触及其他环境因素也不容忽视。

PAH污染的预防 措施涉及面很广，如能源政策、居民区规划、工艺改革、"三废"治理、个人防护以及个人卫生习惯等。戒烟对预防呼吸道癌有重要的意义，应大力提倡。改进烟熏食品的加工方法，可减少摄入机会。由于PAH的致癌机制至今尚未充分阐明，因此能否采用"卫生标准"以控制PAH污染对人体健康的危害，有着不同的看法。1984年世界卫生组织提出的饮水标准值中BaP规定不超过0.01 μg/L。这些数据可供作评价环境污染程度的参考。

表2 几种PAH毒性比较

品 名	理化特性	应用	毒性表现
联苯 [$C_6H_5 \cdot C_6H_5$]	白色固体。有甜臭味。熔点70℃。115℃时蒸气压1.26 kPa (9.46 mmHg)。不溶于水，溶于有机溶剂	作载热体	属低毒类。人大量吸入蒸气后可引起急性中毒，主要出现神经系统和消化道症状。肾脏也有一定毒性反应。高浓度蒸气对上呼吸道和眼粘膜有明显的刺激作用
萘 [$C_{10}H_8$]	呈闪光的鳞片状粉末。特殊气味，熔点80.2℃，25℃时，蒸气压近于0.109 kPa (0.082 mmHg)，微溶于水及乙醇，易溶于乙醚。较苯活泼，易氧化	作工业原料、防蛀剂、灭菌剂和碳化照明气等	通过呼吸道、消化道和皮肤吸收。具刺激作用。对眼刺激阈为78.6 mg/m³。高浓度可致溶血性贫血、肾和肝脏损伤以及视神经炎和晶体混浊。估计成人致死量为5—15 g，口服5 g萘可致白内障及肾脏损害。慢性接触者可发生视神经炎、视网膜脉络膜炎和血象改变。皮肤接触可引起皮炎和湿疹样表现
萘满(四氢化萘) [C_6H_{12}]	无色液体，具有与萘相似的气味，沸点207.2℃。不溶于水，易溶于酒精和乙醚	作为溶剂和内燃机燃料等	属低毒类。人吸入饱和蒸气30 min发生头痛和不适。长期接触者有头痛、不适、粘膜刺激症状和皮炎等。经口中毒时有呕吐、腹泻及肾损害。本品吸收后经代谢再与葡糖醛酸结合，经尿排出
蒽 [$C_{14}H_{10}$]	无色发蓝光的片状结晶。熔点216℃。不溶于水，微溶于醇。65.7℃时，蒸气压为0.000 01 kPa (0.000 086 mmHg)		属微毒类。吸入和经皮吸收可能性极小，可刺激皮肤。工业品毒性比纯蒽大，具有致敏作用。急性中毒可引起神经系统和消化道症状以及皮肤粘膜损害。纯蒽有轻度刺激作用和光感作用。致癌作用尚未证实，但其工业品含蒽的衍生物，如9,10-二甲基蒽，1,2,5,6-二苯蒽等，均具有不同程度的致癌性
芘(嵌二萘) [$C_{16}H_{10}$]	淡黄色单斜晶体。沸点392℃。不溶于水，微溶于醇，溶于醚。化学性质不稳定		属低毒类。未见人急性中毒报道。但人在3—5 mg/m³浓度下长期工作可有神经衰弱症状、白细胞增加和血沉增速。0.1 mg/m³时尤不良影响

脂肪族烃类

脂肪族烃类(aliphatic hydrocarbon)分为饱和、不饱和及混合的三类。

饱和脂肪烃 又名烷烃、石蜡烃、甲烷系，通式为C_nH_{2n+2}，是石油、石蜡和各种燃料油的主要组成部分，也存在于天然气、油田气、煤矿气和焦炉气中，是混合烃中主要成分。工业上主要从上述液体和气体中分离制备，也可由不饱和烃加氢制得。在常温下可为气体(低碳烷

烃，$C_{1\sim4}$）、液体（中碳烷烃，$C_{5\sim15}$）和固体（高碳烷烃，C_{16}以上）。随碳原子数的增多，其沸点、熔点、相对密度相应增加。异构烷烃的沸点和熔点低于碳原子数相同的直链烷烃。烷烃不易溶于水，易溶于有机溶剂。本类物质可作为燃料、润滑剂、冷冻剂、溶剂、干洗剂等，是有机合成的原料。

多属低毒和微毒类，毒性随碳原子数的增多相应增大。甲烷和乙烷是化学惰性气体，高浓度时因置换空气而引起单纯性窒息作用。从丙烷起，碳原子数越多，其麻醉作用越强。但高碳烷烃由于沸点和熔点均高，挥发性和溶解度低，对人体产生麻醉作用的实际危险性反而逐步减小。直链烷烃的麻醉作用大于碳原子数相同的异构烷烃。

吸入高浓度烷烃，由于窒息和麻醉作用，可致人在短时间内死亡，死亡多为心脏停搏或呼吸麻痹。中碳烷烃能引起强直性痉挛，癸烷以上的中碳烷烃和高碳烷烃引起痉挛和麻醉作用的可能性很小。

烷烃对皮肤和粘膜有不同程度的刺激作用。低碳烷烃刺激作用很小，中碳以上烷烃有轻度刺激作用。长期接触者可发生接触性皮炎、毛囊炎、痤疮以及皮肤局限性角质增生。

主要经呼吸道吸收，经胃肠道吸收的可能性很小。液态烷烃可经皮肤吸收，但吸收量甚微，不可能造成全身中毒。烷烃吸收后主要分布在脂肪含量高的组织和器官内，无蓄积作用，在体内几乎不发生生物转化，以原来形式迅速由肺排出。

甲烷（CH_4）　无色、无臭气体。性质稳定，易燃。只有单纯窒息作用，其爆炸性比毒性更危险。在自然界分布很广，是天然气、沼气和油田气的主要成分。

乙烷（C_2H_6）　毒性与甲烷同。

不饱和脂肪烃　可分为：①烯烃类：通式为C_nH_{2n}。②二烯烃类：通式为C_nH_{2n-2}。③炔烃类：通式为C_nH_{2n-2}。④二炔烃类：通式为C_nH_{2n-6}。

此类物质存在于天然橡胶和石油裂解气中，主要从原油和其他油品的热裂解产品以及天然气、油田气中分离而得，也可由烷烃脱氢制备。不饱和脂肪烃的物理性质与烷烃相似，但沸点比相应的烷烃低，比重和溶解度比相应烷烃大。各种不饱和脂肪烃的沸点和熔点依次增加：二炔烃＜炔烃＜二烯烃＜烯烃；比重和溶解度依次降低：二炔烃＞炔烃＞二烯烃＞烯烃。不饱和脂肪烃化学性质活泼，易与氧、卤族元素和酸等起反应。在一定条件下可以聚合以及与其他烃共聚。与空气混合时，在一定浓度下可发生爆炸。

不饱和脂肪烃是有机合成，尤其是合成塑料、合成橡胶和合成纤维的主要单体或原料。乙炔还用于气焊。

多属微毒类或低毒类。低碳不饱和脂肪烃是单纯窒息性和弱麻醉性气体。其麻醉作用强度比相同碳数烷烃弱；但由于不饱和脂肪烃的水溶性比相同碳数的烷烃大，所以其实际麻醉作用较大。加入甲基后，麻醉作用增强。中碳不饱和脂肪烃，除麻醉作用外，尚有痉挛作用和轻度呼吸道和眼粘膜刺激作用。碳数相同的侧链不饱和烃的毒作用比直链弱。二烯烃比烯烃和烷烃作用稍强，炔烃与二烯烃的作用相似。

不饱和脂肪烃主要经呼吸道进入体内，液态者亦可经无伤皮肤吸收。进入体内后分布到所有组织，富于脂肪的组织浓度最高，在体内几乎不变化，以原形排出体外。

乙炔（$HC\equiv CH$）　无色、无臭气体。工业用乙炔绝大多数混有其他气体，如磷化氢、硫化氢和氨等，故有大蒜气味。化学性质较烷烃、烯烃活泼。纯乙炔属低毒类。低浓度具有弱麻醉作用，高浓度引起单纯性窒息作用。人吸入较高浓度乙炔后，出现强烈兴奋，后转入昏迷、紫绀、瞳孔对光反射消失和脉搏弱而不齐。停止吸入，症状迅速消失。实际上乙炔中毒者的症状，一部分是由于混入的磷化氢、硫化氢和其他气体所致。

混合烃　是包括脂肪烃、环烃和芳香烃三种烃的混合物，以脂肪烃为主。主要品种有汽油、煤油、柴油、天然气和润滑油等。

汽油　无色或淡黄色、易挥发和易燃的液体，具特殊臭气。根据制造过程可分为直馏汽油、裂化汽油、合成汽油等。根据用途可分为航空汽油、车用汽油、溶剂汽油等。汽油的主要组成是$C_4\sim C_{12}$脂肪烃和环烃类。不溶于水，易溶于苯、二硫化碳和醇，极易溶于脂肪，作为燃料、溶剂和机械零件的去污剂。

属麻醉性毒物，其主要作用是使中枢神经系统功能紊乱。对脂肪代谢有特殊作用，引起神经细胞内类脂质平衡失调、血中脂肪含量波动，胆固醇和磷脂改变。

汽油的毒性依产地、组成、品种不同而异。汽油组成中不饱和烃、硫化物和芳香烃含量增高，毒性亦相应增加。基于使用上的要求，有时需加入一定量的添加剂。由于添加剂的种类、加入量不同，使汽油毒性有不同程度的增高。环境气温升高时，汽油危害作用明显。接触不同浓度汽油蒸气对人体产生不同影响。

人吸入汽油蒸气引起急性中毒，轻者与一般麻醉性毒物中毒的早期症状相似。汽油蒸气浓度极高，可引起意识突然丧失，呼吸反射性停止，以至死亡。也可能出现精神症状以及癔病样发作等。经积极治疗多数在短期内恢复。

汽车驾驶员用口吸堵塞的汽油管或汽油站工人不慎跌入汽油贮槽，有可能使汽油直接吸入呼吸道，引起支气管炎、支气管肺炎、大叶性肺炎以及肺水肿和渗出性胸膜炎。汽油吸入性肺炎经治疗一般数周可愈。

人长期接触汽油蒸气可发生慢性中毒，主要表现为神经衰弱综合征。尚可有嗅觉障碍、结膜炎和支气管炎。少数慢性汽油中毒可发生类似癔病样症状，称“汽油性癔病”。女性对汽油一般较男性敏感。汽油对皮肤有去脂作用，长期接触会发生皮肤损害，如干燥皲裂、角化，有时有

急性皮炎和毛囊炎。

汽油蒸气经肺泡进入体内，在血液中溶解度其低，积存很少，因此很快达到饱和，并可贮存于供血良好的器官中，以后继续进入供血较差的组织(脂肪、骨和肌肉等)。可以原来形态经肺排出，一部分经氧化与葡糖醛酸结合经肾脏排出。汽油可经无伤皮肤进入体内。

沥青 是煤焦油或石油分馏后所留下的残渣。依其来源可分为煤焦沥青、石油沥青、页岩沥青及天然沥青。其成分相当复杂，除沥青外，尚有一些高沸点的烃和因分馏不完全而残留的挥发性物质，如苯类、萘、蒽、菲、吡啶、吖啶、咔唑、酚等。沥青是黑色无定形物质，断面有贝壳样光泽。广泛用于钢铁、建筑、交通运输和电气工业。在炼油厂、炼焦厂最后放出沥青残渣时，或沥青加温软化时，挥发性物质可随温度升高而放散出来；加工时沥青蒸气和粉尘还可污染生产环境。经呼吸道吸入和污染皮肤而引起中毒。从事包装、搬运沥青的工人，皮肤可直接受到污染。

沥青中的挥发性成分是致病的主要因素。煤焦沥青含挥发性物质多，危害性最大。页岩沥青及煤焦沥青还含有致癌物苯并(a)芘。沥青对人体的作用主要有两个方面：光敏作用和刺激作用。沥青中所含吖啶、蒽等属于光敏物质。沥青粉尘及放出的挥发性气体可刺激皮肤及粘膜。粉尘可堵塞毛孔，并使皮肤干燥、粗糙、增厚、色素沉着，甚至产生赘生物。高沸点成分对皮肤的刺激作用较低沸点成分大。

皮肤接触沥青后可发生皮炎。毛囊性损害主要表现为毛囊口角化、黑头粉刺及痤疮样损害。色素沉着极常见，主要发生于面部、颈部等暴露部位，呈现不同程度的棕褐色。工龄较长的工人可发生皮肤赘生物，外观如扁平疣样损害，但表面较粗糙，呈多发性。有的长到一定程度能自行脱落消退。

眼的症状以流泪为多见，其次有畏光、灼热和胀痛感，还可有视力模糊、结膜炎及翼状胬肉等。鼻咽部以干燥、灼热感较为常见，但亦可发生鼻炎、咽炎等。

搬运沥青时尽可能安排在夜间或阴天进行，以避免日光照射。

芳香族氨基和硝基化合物

在苯或其同系物上的氢原子被氨基($-NH_2$)或硝基($-NO_2$)取代而形成芳香族氨基化合物(aromatic amine compound)和芳香族硝基化合物(aromatic nitro compound)，其代表物分别为苯胺和硝基苯。萘、蒽、联苯等其他芳香烃，都可以有这种取代。氨基或硝基可单独，亦可与卤素(主要为氯)、烃基或羟基一起在环上的任何位置作不同取代。环上有羟基取代时，成为氨基酚或硝基酚。

来源和入体途径 在自然界中，少量苯胺存在于煤焦油中，但工业上需要的都由人工合成，用硝酸作用于苯而产生硝基苯，后者再经过还原产生苯胺，从苯胺再合成多种化合物。本类物质常用作化工原料或化工合成的中间体。例如染料、塑料、药品、农药、离子交换树脂、橡胶等工业，以及作为食用色素、食用抗氧化剂等。在常温下呈液态或固态，挥发性低。易溶于脂肪和水。在生产中可直接或间接污染工人皮肤。容易经皮吸收，加温后吸收更为迅速。苯胺如与酸结合，则经皮肤吸收的性能会改变，例如盐酸苯胺是固体，易溶于水而不溶于脂肪，因而经皮肤吸收危险性小，而经口的毒性仍不变。

当本类物质挥发或加热时，其蒸气可经呼吸道吸入。污染车间地面也会再挥发。有的品种以粉尘或同时以粉尘和蒸气两种形态污染环境。

体内转归 进入人体后，苯胺经氧化，硝基苯经还原，两者最后都转化为水溶性代谢物而经尿排出。苯胺的作用快，硝基苯的作用较慢。

用兔实验见到苯胺在体内的转化物，主要为对氨基酚和邻氨基酚，其吸收量的28%与硫酸结合而为N-苯基氨基磺酸酯，10%—15%与葡糖醛酸结合而为对氨基酚葡糖醛酸，还可与N-乙酰对氨基酚结合，均经肾脏排出。人在开始接触苯胺后的6—8 h，排泄量与吸收量可达到固定的比例。由于代谢产物不在体内蓄积，故一个工作日下班后尿内代谢产物排泄量，常能反映当天的吸收程度。正常人尿内有微量的氨基酚，平均为37.4 μmol/L(370 μg/dl)。当服用一些苯胺为原料的合成药后，尿中对氨基酚量可增加。

硝基苯的代谢，主要先经还原而后进一步转化，主要转化物有对氨基酚，仅有少量间硝基酚和对硝基酚。

在苯胺和硝基苯的转化过程中，还经历一些中间体如亚硝基苯和苯基羟胺，仅在血液中短暂地存在，但在毒作用中却是重要因素。

毒作用表现 本类物质有下列一种或多种毒作用：

(1) 形成高铁血红蛋白(MHb)：本类物质大多为间接MHb形成剂。也有一些品种不能形成MHb。

(2) 形成硫血红蛋白(SHb)、赫恩小体和溶血作用。

(3) 损害肝脏：硝基化合物损害肝脏较为常见，主要致肝实质性病变，引起中毒性肝炎，病程较长，个别可发展为肝硬化。氨基化合物仅在严重的急性中毒者引起肝损害。由于大量红细胞破坏，血红蛋白及其分解产物沉积于肝脏所致，故较易恢复。

(4) 损害肾脏和膀胱。接触氨基化合物的早期可发生急性化学性膀胱炎。急性中毒者还有肾脏损伤，也可继发溶血。

(5) 影响新陈代谢：主要由二硝基酚类引起，它们并非MHb形成剂，但能干扰能量代谢，使体温升高。

(6) 致癌作用：某些氨基化合物有致癌作用。

(7) 其他：有些化合物对皮肤有刺激作用和强致敏

作用，还可影响神经系统和心脏功能。苯胺中毒后可出现各种神经症状，并影响循环中枢，死亡病例尸检时亦可见到神经组织病理改变。这些改变还不能认为单纯继发于高铁血红蛋白血症，而是直接的毒作用。二硝基酚、三硝基甲苯还可引起中毒性白内障。

防治 苯胺、联苯胺、萘胺等污染水体后，使水产生特殊的颜色和臭味，并能大量消耗水中氧气，使水的溶解氧减少，氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮增加。苯胺在水中的浓度达0.5 mg/L以上时，即可使水出现棕黄色。某些化工厂的污水中苯胺浓度可达40 mg/L以上。地面水受本类化合物严重污染时可使鱼虾死亡，水质感官性状恶化，不能作饮用水水源。因此必须防止水源污染。

防止氨基化合物污染的主要措施是对生产工艺过程进行技术革新，改善生产设备，废除可能产生严重危害的原料、中间产品，减少在生产过程产生的含有氨基化合物的废气、废水和废渣。

对本类化合物中毒的预防，应同时注意呼吸道吸入和皮肤污染，有时应以预防经皮肤中毒为重点。

不少品种吸收后，可以从尿中检出其代谢产物，并可以此作为接触其母体物的指标，如接触苯胺、硝基苯者可测尿中的对氨基酚。尿中对氨基酚量还可作为生物最高容许浓度的指标。

测定血中MHb量，可作为衡量中毒程度的依据，但由于MHb能很快还原，在中毒急救后其量降低甚快，而采取血样时间又往往较迟，故不能检出。

美蓝在体内能先转化为白色美蓝，后者可使MHb还原。因此，美蓝可作为高铁血红蛋白血症的特效治疗药。

致癌芳香胺 已确定致职业性膀胱癌的芳香胺有：①联苯胺($NH_2C_6H_4C_6H_4NH_2$)：主要用于制造偶氮染料，也用作临床检验试剂。②萘胺($C_{10}H_7NH_2$)：有α和β异构体，用于制造染料和其他化学合成。③4-氨基联苯($C_6H_5C_6H_4NH_2$)：能致肝肿瘤。这些芳香胺均能经呼吸道和皮肤吸收。联苯胺的盐酸盐也能经皮肤吸收。其代替品3,3′-二氯联苯胺、邻联二茴香胺、邻联甲苯胺等在实验动物身上均能致膀胱癌。金胺、品红在实验动物中能致肝癌。除金胺制造工人外，其他都未经流行病学调查证实。

用苯胺为原料合成许多偶氮染料，其中有些用作食用色素。实验证明能致肝癌的有邻氨基偶氮甲苯和4-二甲基偶氮苯(奶油黄)，都已废弃不用。

硝基苯衍生物 用作炸药、溶剂或用于合成染料、颜料、杀虫药、塑料、树脂、药品、橡胶促进剂和抗氧剂等。

本类物品容易经皮肤吸收，其主要毒作用是对肝脏损害、形成MHb和慢性溶血性贫血，后两个作用的程度因化合物而异，因而其综合的毒性有较大差别(见下表)。

芳香族硝基化合物毒性*比较

品 名	形成MHb(致紫绀)作用	溶血作用	综合毒性
硝基苯	3	1	2
邻硝基甲苯	5	3	5
对硝基甲苯	5	3	5
邻硝基氯苯	4	2	3
对硝基氯苯	4	2	3
间二硝基苯	1	4	1
三硝基甲苯	5	6	5
间硝基苯胺	2	5	4
对硝基苯胺	2	5	4
1-硝基萘胺	6	6	6
硝基氯甲苯	6	5	6

* 毒性分级分为1级(微有毒性)至6级(严重危害)

硝基氯苯能刺激皮肤，二硝基氯苯能使60%—80%的接触者发生皮炎，微量接触也能致病。二氯硝基苯对皮肤的刺激作用，介于两者之间。

三硝基甲苯[TNT, $CH_3C_6H_2(NO_2)_3$] 为无色或淡黄单斜结晶或鳞片。溶于乙醚，易溶于丙酮和苯，不溶于水。是较为安全的炸药。能耐受撞击和摩擦，但受到压力时能引起爆炸。商品中常混杂有微量二硝基甲苯和四硝基甲烷，后者有强刺激性。

与硝酸胺混合后使用，由于硝酸胺有吸湿性，加工后的粉尘比单纯三硝基甲苯更易经皮肤吸收。

本品在体内形成MHb的能力远不及苯胺。接触者手、臂和面部可有黄染，是吸收三硝基甲苯的征象，但皮炎较少见。严重接触者，在3个月以上可发生中毒性肝炎。如发生中毒性黄疸，预后不良。中毒严重时，常伴有正红细胞型贫血，个别可发生再生障碍性贫血。对眼晶体的损伤主要是周边型白内障，早期不影响视力，随病变发展，亦可出现楔形或中心盘状白内障。

本品在体内的主要代谢物为4-氨基二硝基甲苯。其尿中含量，可反映吸收程度。亚硫酸钠与三硝基甲苯反应出现红色，利用此原理，可用亚硫酸钠作为三硝基甲苯洗消的指示剂。

卤代环烃

卤代环烃(halogenated cyclic hydrocarbon)多数为高沸点液体或固体。蒸气压较低，蒸气比重较大，因此吸入的机会少。不溶或难溶于水，溶于醇、醚、苯。一卤代衍生物具有强烈的特殊气味，如一氯苯、溴苯、对氯苯乙烯。在芳香环侧链上的卤素化学活性强，而与环相连的卤素则化学活性较弱。卤素取代芳香环上的氢原子所形成的化合物，具有一定程度的麻醉作用和明显的局部刺激作用，并能损害肝、肾；卤素取代侧链上的氢所形成的化

合物，则对皮肤和粘膜有强烈的刺激作用。本类化合物的代谢与苯相似，吸入后大部分以原形经呼气排出，其他在体内氧化并经结合后随尿排出，但它们对血液和造血器官的毒性远比苯小。

氯苯类 包括一氯苯(C_6H_5Cl)、二氯苯($C_6H_4Cl_2$)，不常用的还有三氯苯($C_6H_3Cl_3$)、四氯苯($C_6H_2Cl_4$)和六氯苯(C_6Cl_6)。氯苯类对中枢神经系统有麻醉作用，高浓度时引起抑制；并引起卟啉代谢改变，损害肝脏和肾脏，对造血系统的毒作用比苯轻，对皮肤有刺激作用。毒性和刺激性均随氯原子增加而增加。邻二氯苯由于有强烈气味和对眼鼻刺激，因此只有在令人极为厌恶的浓度下，才引起中枢神经系统抑制。在日本曾因食用以六氯苯拌过的小麦种，大批人发生皮肤病，称为皮肤卟啉症。表现为面、手部水泡，皮肤对光和机械刺激敏感，易感染，季节性复发，愈后色素沉着，严重者在面和手部留下疤痕和变形。

多氯联苯类(PCB，$C_{12}H_{10-n}Cl_n$)由联苯($C_6H_5 \cdot C_6H_5$)氯化而得，系油状液体到蜡样固体。是一种混合物，常和氯化萘类同时存在，广泛用作绝缘剂。常用者为三氯联苯(含氯42%)和五氯联苯(含氯54%)。前者为液体，后者为粘稠液。无色或微黄色。蒸气压低，在200℃下三氯联苯为4.00kPa(30mmHg)，五氯联苯为1.20kPa(9mmHg)。在一般作业条件下没有蒸气吸入造成中毒的可能。

PCB通过皮肤、呼吸道及消化道吸收后，很快就蓄积在各种组织中，主要蓄积部位是脂肪、肾上腺皮质和皮肤。此外还可通过胎盘、母乳转入胎儿或婴儿体内。可通过代谢作用而降解，其代谢速率随含氯原子的增加而降低。可引起肝脏卟啉代谢改变，尿中尿卟啉排出增加，肝中8-和7-羧基卟啉沉积，肝脏代谢药物的能力提高。PCB的主要代谢产物为结合态和游离的羟基衍生物。PCB或其代谢产物主要经粪便排出，乳、尿及皮脂中含量较少。

进入体内的PCB超过负荷量时即可引起中毒。小剂量慢性接触对人主要是损害肝脏和引起痤疮。痤疮经久不愈，脱离接触后逐步消失。

最典型的例子是1968年发生在日本的"米糠油中毒事件"。受害者食用了被PCB污染的米糠油(含2 000–3 000 mg/kg)而中毒。病人出现的症状有：痤疮样皮疹，眼睑浮肿与眼分泌物增多，皮肤、粘膜色素沉着，四肢麻木及胃肠道功能紊乱等。严重者导致肝损害，出现黄疸、肝昏迷甚至死亡。日本称此种疾病为"油症"。

目前在海水、河水、水生物、水底质、土壤、大气、野生动植物以及人乳和脂肪中都发现有PCB的污染。因此，可以认为PCB的污染范围很广。

生产和使用多氯联苯类的工厂任意排放和倾倒其废水与废物是PCB的主要污染来源；其次燃烧含PCB的固体废物以及塑料、涂料、生活污水与工业废水的挥发，也可造成环境污染。根据美国研究，PCB年产量中只有20%是在使用中消耗，其余80%都进入环境。水体受污染后，PCB可被鱼类及其他水生生物摄入，通过食物链或食物网发生生物富集作用，造成农作物、乳牛和鱼、蟹等动植物体内PCB含量增高。其中海藻类的富集能力在1 000倍左右，虾、蟹类为4 000—6 000倍，鱼类可高达数万倍甚至到十余万倍。人体脂肪中PCB可达0.1—10 ppm，人乳中可达0.01—0.1 ppm。大气中的PCB多随着尘粒和雨水降至地面，转入水体与土壤中。土壤中的PCB可以通过挥发和生物转化而转移。

此外，PCB对水生生物、禽类也有毒作用。其毒性大小常随动物种属、PCB含氯量以及动物摄入量而异。有研究表明，PCB对啮齿动物有致癌性，对禽类有致突变作用。动物繁殖试验发现PCB能影响大鼠的生育力。

一些国家除了禁止生产和使用PCB外，还积极研究废弃物的有效处理方法和寻找PCB的代用品。至于PCB在环境中的标准，目前各国还未制订，多数国家只是对PCB的摄入量有所规定。

醚类

醚类(ether)通式为R—O—R′。R和R′为两个相同或不同的烃基。绝大多数醚是液体，具挥发性；分子量最小的甲醚是气体；大分子量的醚则是固体。醚的化学性质较稳定，微溶于水，多数易溶于有机溶剂及各种动植物油脂。工业上多用作溶剂和化工原料。

烃基醚和卤代醚均可经呼吸道、消化道和皮肤吸收。低沸点的烃基醚挥发性大，易经呼吸道入体。多数开链烃基醚对中枢神经系统具有不同程度的麻醉作用。一般毒性均不大。对皮肤和粘膜都有一些刺激作用，其中以卤代醚的刺激性最突出，个别卤醚甚至有催泪作用，其全身毒作用也较其他醚为大。随卤代原子和不饱和程度的增加，刺激性与毒性都相应增强。芳香烃醚的刺激性和毒性，一般均较小。高分子纤维素醚为粉末样或粒状固体，进入体内的机会较小，毒性也小。使用过程中，一般不产生危害。

甲醚(CH_3OCH_3) 高燃烧性的无色气体，占空气体积的3.4%—18%为其爆炸极限。对中枢神经系统具有轻度麻醉作用，人吸入154.24 g/m³甲醚30 min，可发生轻度麻醉。甲醚对皮肤有刺激作用。

乙醚($CH_3CH_2OCH_2CH_3$) 极易燃烧并高度挥发的无色透明液体。沸点34.6℃。微溶于水，能溶于酒精、苯、氯仿等有机溶剂。有全身麻醉作用。对呼吸道有轻微刺激。人的麻醉浓度为109—197 g/m³。

经呼吸道吸入后，吸收很快。肺泡气内的乙醚浓度与血中浓度相差很小。吸入的乙醚大部分以原形经呼气排出。在血中的乙醚流经全身，脑组织中分布最多，其次为心、肝、肾，以后转移至脂肪组织中大量蓄积。体内的乙醚经肝微粒体酶的作用，部分可转化为乙醛、乙醇、乙酸和

二氧化碳(CO_2)等。醛、酸、醇等不论与葡糖醛酸结合与否，均随尿排出，而CO_2则从呼气中排出。由于乙醚有脂溶性，长期与皮肤接触，可使皮肤干燥以至皲裂。

氯甲醚 是一氯甲醚(CH_3OCH_2Cl)和二氯甲醚(CH_3OCHCl_2)的统称。为无色液体，具高度挥发性。一氯甲醚遇水或其气体与水蒸汽接触，水解后形成二氯甲醚。二氯甲醚较稳定，在空气中存留时间长。在实际生产中，一氯甲醚与二氯甲醚难以严格区分。氯甲醚在酸性条件下很稳定，遇碱迅速破坏。氯甲醚在工业上用于氯甲基化反应，主要用于离子交换树脂的生产、防水剂及纺织工业的某些处理剂，作为聚合体制造时的聚合反应溶剂等。氯离子和甲醛在酸性条件下也可形成氯甲醚，因此在纺织品加工、染料生产、塑料和橡胶等工业中可能会有氯甲醚存在。

对皮肤和眼睛均有强烈的刺激作用。人接触一氯甲醚9.87 mg/m³，眼和咽喉有轻度刺激；达98.7 mg/m³时，则难以忍受。人吸入470 mg/m³的二氯甲醚，可在几分钟内迅速死亡。慢性长期接触者，可致肺间质纤维增生，呼吸功能减退，表现为慢性支气管炎症状。

根据动物实验和人群流行病学调查，表明氯甲醚可致肺癌。早在1962年发现一家使用一氯甲醚工厂的200名工人中肺癌累计发生率高于普通人群的9.65倍，以后的10年间又发生14例肺癌。当时不清楚是一氯甲醚本身还是由于工业品中混杂有二氯甲醚所致，直到1973年，才确认引起肺癌的主要是二氯甲醚。至1988年，已肯定由于接触二氯甲醚所致的肺癌死亡病例有80例以上，其中包括1983年中国职业肿瘤氯甲醚调查小组公布的15例肺癌死亡病例。二氯甲醚致癌的病理特点主要是未分化小细胞肺癌。诱发肺癌的时间一般为10－24年，呈现明显的剂量一反应关系。

预防的重点是降低车间空气中氯甲醚的浓度，应避免直接接触高浓度的氯甲醚，尤其是二氯甲醚。不少国家已将它列为强致癌物而禁止生产和使用。美国政府工业卫生学家协会提出接触氯甲醚的阈限值为1 ppb。但亦有认为二氯甲醚遇水可迅速水解，呼吸道粘膜表面的水分，对低浓度的二氯甲醚可能是一有效的天然屏障，因此制订合适的车间空气浓度的卫生标准，将肺癌发生的危险性控制在可接受水平，仍然是可行的。

酯类

酯类(ester)是由无机酸或有机酸与醇进行酯化反应缩去水而成。醇或酚与酰卤或酸酐，醇与烯酮类，游离酸与脂肪族重氮衍生物反应也可生成酯。酯广泛用作溶剂、食品和化妆品香料、塑料增塑剂和固化剂。农业用有机磷酸酯类见“有机磷农药”条。

酯类一般是中性无色液体，脂肪族烃与饱和醇生成的酯具有果实香味，能溶于水，也有些难溶于水。有些酯的闪点低，常易燃烧。蒸气可经呼吸道吸收，液态酯类可经皮肤吸收。吸收后溶于血浆内，部分经肺和肾排出，部分水解后转入正常代谢过程。

酯类化合物除少数几种为剧毒、高毒类外，大多均属微毒至中等毒类，也有很多是无毒的。

硫酸二甲酯[$(CH_3O)_2SO_2$] 为无色略有葱头味的油状液体，沸点188℃，不溶于水而溶于有机溶剂。用作化学合成的甲基化剂。属高毒类。主要经呼吸道和皮肤吸收。遇组织水分即缓慢水解成甲醇和硫酸。后者对组织发生腐蚀性损害，故潮湿的皮肤、眼结膜、上呼吸道及肺最易受损。潜伏期通常为2－24 h。皮肤接触当时常无感觉，间隔一定时间后，局部发热以至烧灼感，继而出现水泡并逐步扩大，尤其在阴囊部位。眼疼痛、畏光、视力模糊等，重者出现眼睑浮肿、痉挛及角膜点状上皮脱落或溃疡等。由于意外事故，如容器渗漏，可造成车间环境内外的严重污染。大量吸入，可导致肺水肿。由于严重腐蚀作用可引起气管粘膜的大片坏死脱落和继发感染，尚可并发咯血、气胸、皮下气肿等。

本品污染地面或设备，要及时用稀氨水洗消。眼受沾染时用0.5%—1.0%碳酸氢钠溶液冲洗5—10 min，再用抗生素眼药水及醋酸可的松眼药水交替滴眼。皮肤沾染后，用5%碳酸氢钠湿敷。有水泡形成时，按烫伤原则处理。早期使用肾上腺皮质激素可预防及治疗肺水肿。肺水肿严重者可能在1－7 d发生气管粘膜大片坏死脱落，应予警惕，防止发生窒息。

醛类

醛类(aldehyde)是含有醛基(—CHO)的化合物。有脂肪醛和芳香醛两大类。脂肪醛有饱和与不饱和之分。低分子醛为气体，大多数脂肪醛为液体，高分子芳香醛则为高熔点固体。醛类易溶于水，具有特殊气味。同类和异类的醛都可缩合。

醛在合成树脂和其他化学物质时作为原料或中间体；也可用作除臭剂、消毒剂及防腐剂。

醛有刺激作用。刺激程度随碳原子数增加而减弱，刺激作用部位也随之改变。如低碳醛易溶于水，主要损害上呼吸道；高碳醛溶解度小，主要损害深呼吸道。不饱和脂肪醛和卤代醛刺激作用要大些。芳香醛刺激作用微弱，但糠醛也有刺激性。二醛类浓溶液对皮肤和眼有强烈刺激作用。

用醛作原料的树脂类及含有甲醛的聚合物都可引起过敏反应，可能与过量甲醛的释放有关。不饱和醛可引起过敏反应，但一般不易与刺激作用鉴别。

醛蒸气有麻醉作用。麻醉作用随碳原子数增多而加强。具有肯定麻醉作用的醛为水合氯醛和三聚乙醛，作为药物使用。

接触低浓度醛类时，大部分经呼吸道吸收，并在体内

转化后随尿排出。如水合氯醛在体内转化为三氯乙醇和三氯醋酸；三聚乙醛在肝脏内解聚为乙醛；芳香醛在肝脏内氧化为相应的酸，如有羟基存在时，其代谢产物即与硫酸或葡糖醛酸结合而排出体外。一般情况下，脂肪醛和芳香醛在体内代谢迅速，故醛类作食用香料不致引起中毒。

甲醛(HCHO) 是最简单的饱和脂肪醛。无色，常温下为具有特殊辛辣味的刺激性气体，极易溶于水，亦可溶于非极性溶剂。含有37%—40%甲醛的水溶液，称福尔马林。商品甲醛多为福尔马林，其中含有10%甲醇。室温下易挥发，易形成多聚甲醛，其受热或与酸、碱共热则可解聚，放出气态甲醛。

甲醛的化学性质极活泼，广泛应用于化学合成工业（特别是合成树脂、合成塑料、合成橡胶等）、建筑材料工业、木材加工、造纸、纺织、机械加工、制药、皮革加工业等；农业、林业、畜牧业用于土壤灭菌、木材防腐、消毒等；医疗卫生工业中广泛用作消毒、灭菌、防腐剂。

一般认为，甲醛对健康的影响分为三个方面：刺激性、致敏性、诱变与致癌作用。甲醛对呼吸道和皮肤粘膜的刺激作用已被实验室和人群流行病学研究所证实。甲醛的致敏作用主要为皮肤致敏，亦有呼吸道致敏，如过敏性鼻炎、哮喘、支气管炎等。体外多种诱变性测试结果表明，甲醛是一种较强的致突变剂，可引起多种细胞的DNA断链、DNA—蛋白质交链、DNA合成抑制，非程序性DNA合成，姊妹染色体交换(SCE)增加，蛋白质合成抑制。多项致畸实验均未发现甲醛有致畸和胚胎毒作用。

自从1980年报道大鼠、小鼠吸入甲醛蒸气后引起鼻腔鳞状细胞癌以后，甲醛对人的潜在致癌危险引起了人们的严重关注。近年来，国内外进行了数十项人群流行病学研究，初步结果表明，职业性接触甲醛者中，有多种癌症发病或死亡增加，如鼻、口、咽、消化道、肺、脑、前列腺、淋巴系统癌症。国际肿瘤研究中心综合各方面的研究结果认为，甲醛是确证的动物致癌物，对人有可疑致癌作用（划分为2A类）。

急性吸入大量甲醛蒸气可致急性中毒，主要表现为吸入性呼吸道（鼻、咽、气管、支气管和肺）炎症，中枢神经系统麻醉作用。误服液体甲醛可致消化道糜烂、溃疡；皮肤直接接触可出现接触性皮炎。对眼睛的损伤可能由于福尔马林中含有甲醇所致。

长期接触低浓度甲醛蒸气，可致头痛、乏力、睡眠障碍、易怒等神经精神症状，亦可有呼吸道、皮肤粘膜刺激症状。研究还表明，神经系统、皮肤、肝脏、血液系统疾病有增加趋势。

糠醛(OCH=CHCH=CCHO) 是芳香醛类。无色油状液体，具有芳香气味。工业品为褐色液体。易溶于乙醇、乙醚等，部分溶于水。易氧化，易燃烧。工业上广泛作为溶剂或中间体。其蒸气有强烈刺激性，而挥发性相对较低。属中等毒类。吸入后有麻醉作用，并可引起眼和呼吸道刺激症状、肺水肿和肝脏损害。液态可由皮肤吸收。接触引起皮肤粘膜刺激症状。有时出现湿疹、皮炎及慢性鼻炎。

酮类

酮类(ketone)是羰基的两个键分别与两个烃基或芳基结合的有机化合物。通式是RCOR′。各品种的化学特性和在人体中代谢以及对人毒性大致相似。酮最早是由谷物发酵和木材干馏而得。近年来多数的酮是经有机合成法制造的。目前石油化工产品已成为制造酮类的重要原料。酮类具挥发性和可燃性。在室温下空气中达到一定浓度可引起爆炸。广泛用作化工原料和溶剂，也是某些化学反应的中间产物。

在生产过程中酮类主要是经呼吸道吸入，皮肤、眼接触时产生危害。由于酮类均具有令人难以忍受的强烈气味，容易察觉，所以对人危害小。酮的刺激作用与其臭味平行。

随着分子的不饱和程度增加，酮的刺激性和麻醉性也增加。直链脂肪酮的这种作用比环状结构的小。有的酮还能引起周围神经炎。皮肤长期反覆接触可引起皮炎。酮有去脂作用，可造成皮肤皲裂，使皮肤易受感染或损害，但经皮肤吸收的危害性不大。

酮的代谢和排出很快，吸入后置身于新鲜空气中能恢复，排出的途径主要通过肺和肾。已经吸收的酮类多与葡糖醛酸结合后随尿排出。反覆接触酮蒸气的人可出现头痛、恶心、呕吐、眩晕、嗜睡、感觉迟钝和情绪急躁等。急性中毒时须及早离开现场，静卧保暖，并作对症处理。口服者应洗胃，并灌以浓茶等以减缓吸收。忌用油。有酸中毒时应予纠正。进入高浓度酮类场所，须戴防毒面具。酮类无明显蓄积作用，故慢性中毒罕见。

丙酮(CH_3COCH_3) 又名二甲基甲酮。是酮类中最常用的一种。无色透明液体，有特殊的辛辣气味。属微毒类。主要具中枢神经系统麻醉作用。经肺和胃肠吸收较快且完全。经皮肤吸收缓慢，无实际意义。对皮肤有轻度刺激作用，无致敏作用。吸收入血后，迅速分布全身。大剂量时主要以原形经肺和肾，极少量经皮肤排出；小剂量时大部分被氧化成二氧化碳排出。丙酮在人血液中的生物半减期为3 h。在人体内绝大多数是分解为乙酰醋酸和转变为糖原的三羧酸循环中间物质。

长时期反覆吸入时耐受量增加。中毒动物可发生肾脏损害。人的急性中毒罕见。成人误服20 ml无影响，200 ml可造成昏迷（一般12 h后恢复）。未见死亡报告。人对丙酮能迅速适应，嗅阈为1.2—2.4 mg/m^3，个体差异很大。短期吸入4 800—5 500 mg/m^3时，可发生深麻醉和酮病；长期吸入2 400 mg/m^3，习惯者可无反应，个别人在1 400—2 200 mg/m^3下感到有些刺激。

酚类

酚类(phenol)是苯环上一个或数个氢原子在不同位置上被羟基取代而生成的化合物。苯环上一个氢原子被羟基取代即为苯酚,简称酚。羟基可单独,亦可与卤素、烃基一起作不同的取代。酚及其化合物可经合成或由煤焦油分馏而得。其毒性取决于苯环上氢原子被取代的数目,如甲酚和氯酚毒性比苯酚大,已基间苯二酚毒性比间苯二酚大。烃基的碳链增长,毒性增加。当烃基的碳原子数为 5—6 时,毒性最大,逾此毒性又复下降。碳链的结构对毒性亦有影响,一般以正烃基毒性最大,异烃基次之。与环境污染关系密切的有苯酚、甲酚、五氯酚及其盐类等。

接触机会　(苯)酚为白色结晶,挥发性低。是生产芳香族化合物的原料,可用于制造炸药、肥料和人造树脂;医药上用作止痒剂、消毒剂、烧灼剂。

酚是水中重要污染物之一。含酚污水是三废处理中的重要问题。因在用氯消毒时会产生氯酚,后者具有令人厌恶的氯酚气味。严重影响水的感官性状。炼焦、炼油、煤气发生、制酚及其化合物、枕木防腐、酚醛树脂、炸药、农药、制革、造纸等工厂排放含酚废水、废气和废渣污染环境。其中焦化厂、煤气厂、苯酚和酚醛树脂厂的废水含酚量一般很高,每升可达一万到数万毫克。此外,五氯酚及其钠盐、二硝基邻甲酚均为杀虫剂,在血防工作中用于灭钉螺;在农业上用于杀灭害虫和除莠。大量使用时,可造成水体和土壤的酚污染。

(苯)酚在水中嗅觉阈浓度为 25 mg/L,氯酚的嗅觉阈浓度小得多(0.001—0.000 5 mg/L);大气中(苯)酚的嗅觉浓度为 0.02 mg/m^3,超过此浓度时可产生臭味刺激。

对人体的危害　(苯)酚属中等毒类。急性中毒多由误服所致。乳剂比水溶液更易经皮肤吸收,而纯酚的吸收反不及水溶液。人口服致死量为 2—15 g。纯酚毒性更大。

酚对任何组织均有明显腐蚀作用,可直接损害各种细胞,轻则产生局部麻醉作用,重则腐蚀皮肤和粘膜。接触眼时可致严重损害甚至失明。能经完整皮肤和粘膜吸收。经皮肤与经口毒性相同。可分布到各组织,引起全身中毒,对中枢神经系统有明显抑制作用。酚具弱酸性,易与酶蛋白的碱性基团作用,使蛋白变性、沉淀,从而干扰代谢。

(苯)酚可诱发动物皮肤乳头瘤和癌。一卤代酚、甲基酚和二甲基酚(2,6-二甲基酚除外,它不活泼)也可致乳头瘤。苯环上加硝基、羰基、羧基或第二个酚基团后,则失去致癌性。但间苯二酚尚有某些致癌活性。在羟基的邻位上至少有一个氢不置换时,可促使乳头瘤生长。但至今未见酚及其衍生物可使人致癌的报道。

非致死量的酚被吸收后,大部分以原形或结合酚形式随尿排出。一部分则被氧化后随尿排出,尿呈棕黑色,临床上称为酚尿,将此尿放置片刻,可呈黑褐色(可用溴水法或三氯化铁法鉴定)。经呼吸道吸入的酚 99%经尿排出。正常人尿中也有少量酚,其量波动小。吸入的酚在体内滞留时间短,尿中排出的酚量可以反映人接触酚的情况(需要排除同时接触其他芳香族化合物如苯等)。

防治　应防止吸入、皮肤接触和溅入眼内。如污染皮肤,应立即用浸过甘油(或酒精)与聚乙二醇混合液(7:3)的棉花抹去,至少抹10—15min后再用清水冲洗。这样比单纯用水、酒精或植物油来洗消要安全得多。经口中毒者,应及时用温水洗胃,即使口腔和食管粘膜等处已有溃疡,也不应放弃,但插管须细小,以免食管穿孔。如毒物入体时间较长,粘膜已有严重腐蚀时,不能再用蓖麻油催吐,否则会增加毒物吸收。

为了防止酚污染,应进行工艺改革,大搞回收利用和减少排放量。加强管理,防止原料跑冒滴漏。含酚废水经适当处理后,进入封闭循环系统,重复利用。低浓度含酚废水,可采用生物化学氧化法、化学氧化法等进行处理。为防止饮用水加氯消毒产生氯酚臭味,可改用氯胺消毒。

醇类

醇类(alcohol)是脂肪族烃分子中有一个羟基的化学物,包括低碳醇、高碳醇、卤代脂肪族醇类及其他醇类。低碳醇为无色挥发性液体,自十六碳醇起为固体。沸点随碳原子数的增加而升高。醇类易溶于多种有机溶剂。甲、乙、丙醇可与水混溶。自丁醇起,在水中的溶解度随碳原子数的增加而降低。高碳醇则几乎不溶于水,如十六碳醇的沸点为 344℃,且不溶于水。卤代脂肪族醇类大多为无色挥发性的粘稠液体,具醚气味,溶于水、醇和醚。其他醇类沸点大多为 150℃左右。羟甲基丙烷和季戊四醇为固体,2-异丙氧基乙醇和 2-叔丁氧基乙醇为液体。大多用作溶剂及工业原料。

醇类的毒性主要表现为麻醉作用,随碳原子数的增多而增强,其顺序大致如下:叔丁醇>正丁醇>丙醇>乙醇>甲醇。此外,对粘膜有刺激作用,以烯丙醇的刺激性较强。一般可经无损皮肤吸收,并具轻度刺激。

卤代脂肪族醇属高毒类,能引起神经系统及新陈代谢障碍,并具有明显的刺激作用。单氟醇类毒性较多氟醇类高。单氟醇在体内经醇脱氢酶氧化生成相应的氟羧酸。后者经β氧化,降解为高毒的氟乙酸或低毒的氟丙酸,故毒性与结构关系和氟羧酸相同。能降解生成氟乙酸的属高毒类,毒性表现与氟乙酸相似;其他属中等或低毒类。多氟醇属中等或低毒类,毒性变化规律随氟化程度增高而降低,但不如氟烷烃类明显,对肾脏有损害作用。

其他醇类多属微毒类。低浓度时均未见毒性反应。吸入高浓度的 2-异丙氧基乙醇或 2-叔丁氧基丁醇时,出现

血红蛋白降低、血红蛋白尿等。

醇类蒸气在水及体液中的溶解度极高，经肺的排出则很缓慢。进入体内的醇，其含量降低的速度，大部分决定于其氧化的速度。如乙醇在体内氧化最快，异丙醇也很快，而甲醇在体内的氧化仅为乙醇的1/7，且排出也缓慢，故甲醇有明显的蓄积作用。未被氧化的甲醇经肺和肾脏、部分也经胃肠道缓慢地排出。

甲醇(CH_3OH)　无色、易燃、高挥发性液体。广泛用于染料、树脂、橡胶、喷漆工业，用于制造甲醛、塑料、摄影胶片等，在有机合成中作为一种中间体和提纯介质。

职业性甲醇中毒是因吸入大量蒸气所致。生活性急性中毒则多因误服。工业酒精中含甲醇，曾有违法者将工业酒精掺假作为饮料酒类销售，造成急性中毒事故，引起失明甚至死亡。甲醇还可经皮肤吸收。由于甲醇蒸气在水和体液中的溶解度极高，故吸收后可迅速分布到各组织，其含量与该组织的含水量成正比。脑脊液、血液、泪液、胆汁和尿中甲醇量最高，骨髓和脂肪组织中最低。

甲醇对不同动物的毒性差异很大。推测人在甲醇蒸气浓度达39.3～65.5 g/m³的空气中停留30—60 min有危险。兔经口给予甲醇3 ml/kg后，未见毒性反应；7 ml/kg时，出现运动失调、翻正反射丧失，并转入昏迷。其致死量为10 ml/kg，远较对人的致死量为大。皮肤长时间接触液态甲醇，导致局部温热感，轻度充血，有时出现干燥。

甲醇主要作用于神经系统，具有明显的麻醉作用，但其麻醉效应比乙醇弱。对视神经和视网膜有特殊的选择作用，因眼房水和玻璃体内含水量达99%以上，故中毒后其中的甲醇含量很高。主要由于醇脱氢酶的作用，使甲醇在视网膜内转化为甲醛，抑制视网膜的氧化磷酸化过程，使膜内不能合成三磷酸腺苷，细胞发生退行性变化，最后可产生视神经萎缩，严重者可致失明。

在中毒过程中会出现不同程度的血氧降低和代谢性酸中毒，曾有血浆二氧化碳结合力降至0者。酸中毒是由于甲醇在体内抑制某些氧化酶系统，抑制糖的需氧分解，使乳酸和其他有机酸积聚所致；引起酸中毒的另一原因是甲醇在体内的转化物如甲酸的蓄积。在产生甲醇所致的代谢性有机酸中毒中，甲酸盐的增高可能起重要作用。甲醇蒸气对呼吸道和粘膜尚有强烈的刺激作用。

一般认为甲醇的毒作用是由于其本身或其代谢产物的固有性质所致。近年来，多数人认为甲醛是造成甲醇中毒及病理变化的主要作用物。甲醛抑制氧的利用和产生二氧化碳的活力比甲酸酯强25—75倍，比甲醇强1 000—30 000倍。故认为主要是甲醛、甲酸引起酸中毒和视网膜病变。但单纯甲醛中毒时却未见产生类似甲醇中毒的表现，因而对甲醇的毒作用机制，尚待进一步研究。

乙醇(C_2H_5OH)　即酒精。为无色易燃易挥发液体。工业上常作为溶剂、防冻剂和燃料；医药上用于消毒；生活中见于各种酒类饮料。

属微毒类。人饮用乙醇的中毒剂量因个体而异，一般为70—80 g，而致死剂量则为250—500 g。许多毒物(如汞、砷、硝基苯等)可使人对乙醇的耐受性显著下降。反之，人饮酒后对上述毒物的感受性也增加。在高温(32℃)条件下，乙醇的毒性可提高1—2倍。

摄入的乙醇约80%由十二指肠和空肠吸收，其余由胃吸收。胃内有无食物、胃壁的功能状况、饮料含乙醇量以及饮酒习惯等，均可影响吸收的快慢。

乙醇亦可由于吸入而中毒。乙醇被吸收后，通过血液遍及全身(包括大脑)组织，按照各组织含水量的比例分布，血浆中的浓度较红细胞中略高。各组织的分布量按以下顺序递减：肝、脾、肺、肾、心、脑和肌肉。1 h内以血液中含量最高，以后很快减少。乙醇还可通过胎盘进入胎儿循环。

吸收的乙醇绝大部分在体内由乙醇脱氢酶和过氧化氢酶参与氧化为乙醛，然后再氧化为乙酸，最后形成二氧化碳和水。体重70 kg的成年人，每小时约能代谢10 ml乙醇。乙醇氧化为乙醛的速度比乙醛氧化为乙酸的速度慢。肝和肾是氧化乙醇的重要器官。肝功能不全可阻碍乙醇的代谢。

乙醇以原形经由尿、呼吸、汗、唾液排泄的不到10%，也有少量可经乳汁排出。人饮酒后由尿排出的乙醇，其总量不超过饮入量的3%，饮酒后8 h尿内即无乙醇。

进入体内的乙醇首先作用于大脑皮质，表现为兴奋。当乙醇的作用进一步加强时，皮质下中枢和小脑受累，患者表现为步态蹒跚、共济失调等运动障碍，最后由于延髓血管运动中枢和呼吸中枢受到抑制，出现虚脱、呼吸浅表等症状。呼吸中枢麻痹是重症患者致死的主要原因。

乙醇促使睡眠的可能原因是其降解产物乙醛抑制了醛脱氢酶，使参与睡眠生理活动的重要神经递质5-羟色胺代谢反常所致。

慢性乙醇中毒尚可见肾上腺明显萎缩、硬化、重量减少。在急性乙醇中毒时，则见肾上腺皮质变薄、充血、皮质细胞中类脂含量局灶性减少，并发现皮质球状囊细胞的胞浆中磷脂含量增高，提示肾上腺皮质功能减退。

中毒严重者应用1%碳酸氢钠或盐水洗胃。酒醉者，因皮肤血管扩张，身体散热增多，体温可降至30℃以下。乙醇引起的多神经炎与维生素B_1的缺乏有关。

有长期大量饮酒习惯者常造成社会性问题(见“酗酒”条)。

农药

农药(pesticide)指防治危害农作物及农产品的病、菌、虫、鼠类和杂草的药剂。现包括植物生长调节剂、脱叶剂以及辅助剂、增效剂等。常用农药根据其用途可分为：①杀虫剂：如有机磷酸酯类、氨基甲酸酯类、脒类、有机氯

杀虫剂和拟除虫菊酯等。一些剧毒的杀虫剂如白砒、亚砷酸钙、氟乙酰胺等已逐渐淘汰。②杀螨剂：如三氯杀螨砜、杀螨酯等。许多杀虫剂兼具杀螨作用，称为杀虫杀螨剂。③杀(霉)菌剂，如有机汞、有机硫(代森类及福美类)、托布津类、克菌丹类。④除草剂：如苯氧羧酸类、均三氮苯类、取代脲类、酚类、醚类。⑤杀鼠剂：如磷化锌、杀鼠灵及敌鼠等。⑥熏蒸剂：如氯化苦、溴甲烷及磷化铝等。⑦植物生长调节剂：如萘乙酸、矮壮素、吲哚乙酸、马来酰肼等。此外，尚有杀线虫剂、杀软体动物剂、昆虫激素、绝育剂、驱避剂、诱致剂及脱叶剂等等。

对人体的危害 农药如处置、防护不当，可能对人体造成危害。

职业性危害 在农药的生产、运输、分销、贮存、施用的各个环节中都有可能使接触者发生职业性中毒，尤其是一些挥发性强、易经皮肤吸收、蓄积性大的剧毒、高毒品种。有些农药的助剂和溶剂如苯、甲苯等也有危害作用。

破坏环境生态 大量生产和使用农药的地区，可严重污染大气、水体和土壤，破坏生态平衡。

农药对大气的污染，主要来自农业或卫生防疫上喷撒农药时所产生的农药尘雾，以及作物、土壤和水中残留农药的蒸发，农药厂的废气，工商业使用的防霉剂、防蛀剂、除虫剂的蒸发等。对水体的污染主要来自：①向水体直接施用农药。②含农药气溶胶的雨水降落于水体。③粘附于植物或土壤中的农药经雨水冲刷或渗透、溶解进入水体。④含农药的工业废水或生活污水污染地面水，也可经土壤渗透污染地下水。对土壤的污染主要来自为防治土壤虫害、病菌与杂草等而向土壤施药；对农作物喷撒时由于喷雾滴飘移或从叶子上落入土壤；含有农药的尘埃沉降和降水等。如在某些大量使用有机氯杀虫剂的地区，鱼虾幼苗被毒死，有些鸟类濒于绝灭。

污染食品 食品的污染是由于植物的根叶可吸收农药，并转运到植物的各部分。禽畜食用的牧草、饲料中含有残留农药时，肉、蛋、奶等禽畜产品就会含有农药或其代谢产物。稳定的耐光、耐氧化而不易破坏的农药其残留量较高，不稳定易分解的农药其残留量低。有机氯农药中DDT、六六六等很稳定，残留量高；杀虫脒的代谢产物对氯邻甲苯胺，稳定而溶于水，残留量也大。其次，有些动物性食品中含有的农药可能是间接地通过食物链而富集起来的，造成动物脂肪(猪油、奶油)及禽蛋的卵黄中有机氯杀虫剂的含量升高。例如鱼类所含DDT可较水中含量高出数百万倍，食鱼鸟类可高出数千万倍。

此外，误食拌有农药的种粮或被农药毒死的禽畜，食品在贮运中被污染，食品容器沾染了农药以及直接以污染的手取食等，均可对人体造成危害。

特殊危害 农药还可能有潜在的致癌、诱变和致畸作用，目前已将测试这方面的作用列为农药安全评价的常规内容。有的农药可能对生殖、免疫功能以及行为活动有不良影响。

农药的危害不仅涉及其生产和施用者，还通过食品残留影响到整个人群，所以对新农药必须在投产前基本完成其毒理学测试工作，为全面的安全评价提供依据，以便衡量其利弊，决定取舍。世界卫生组织及许多国家都已制定了农药毒性分级标准，可作为安全性评价时的参考。《中国农药急性毒性分级暂行标准》见下表：

中国农药急性毒性分级暂行标准

	大鼠经口 LD_{50}24 h (mg/kg)	大鼠经皮肤 LD_{50}24 h (mg/kg)	大鼠吸入 LC_{50}1 h (g/m³)	鱼毒(鲆鱼) TLm*48 h (ppm)
Ⅰ(高毒)	<50	<200	<2	<1
Ⅱ(中等毒)	50～500	200～1 000	2～10	1～10
Ⅲ(低毒)	>500	>1 000	>10	>10

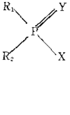
* TLm为半数耐受限值(半数存活浓度)

预防 预防农药对健康危害和对环境的污染，应掌握各项安全卫生措施，主要是：①尽量选用高效低毒和低残留农药。②加强组织领导和宣传教育，建立农药安全使用和管理制度。③运输、供销、保管和使用等工作，应挑选身心健康、工作认真负责、经过训练掌握安全卫生知识的青壮年担任。④农药包装力求坚固、严密而不易渗漏并有特殊的标记。⑤农药不可与食物、日用品混合装载。⑥运输工具及地面被污染时，应立即彻底洗净。⑦高毒和中等毒农药应指定专人负责保管。仓库应上锁，结构要牢固，地面要便于清洗。禁止在仓库内进食、吸烟。⑧防止农药污染皮肤、衣服和吸入。皮肤、衣服污染时应及时洗净。施用过高毒农药的田块，应有明显标记。配药、喷洒及清洗药械和容器时，应避免直接或间接污染水源、鱼塘。

有机磷农药

有机磷农药(organophosphorus pesticide)的大多数品种为有机磷酸酯类化合物，主要用作杀虫剂或杀菌剂，也可作为杀鼠剂、除草剂、脱叶剂或植物生长调节剂等。有机磷杀虫剂多具有毒力大、杀虫谱广的特点，但用药量小，易于分解，残留期较短。其杀虫方式有触杀、胃毒、熏杀及内吸等。

有机磷农药的化学结构通式为：



式中R_1、R_2为烷氧基、羟胺基或其他基团；X为烷氧基、芳氧基、卤基或其他取代基；Y一般为氧或硫。此外，一些磷酸酯、焦磷酸酯也有同样的毒性和杀虫作用。纯品多数为油状，少数为结晶固体。工业品呈淡黄至棕色。大多数品种带有大蒜样特殊臭气，难溶于水而溶于多种有机溶剂。在碱性条件下易分解失效。

入体途径 在生产及使用中，药液可污染皮肤，从无损皮肤吸收，或以蒸气、雾、粉尘形态经呼吸道吸入。一般职业性中毒多由皮肤吸收引起。

通常有机磷农药对皮肤无刺激性，局部吸收不易察觉。三硫磷和乐果经皮肤吸收缓慢，所以这两种农药对施用者的实际危害较小。喷药后未洗手即取食或误食喷药不久的粮食、蔬菜和拌过药的种粮，以及使用装药容器盛放食物等，均可经消化道进入人体而引起中毒。

毒性分级 国内生产的有机磷农药，根据大鼠急性经口LD_{50}（见下表）可划分为下列几类：

(1)高毒类：LD_{50}在50 mg/kg以下者，如甲拌磷、内吸磷、对硫磷、苏化203、磷胺、三硫磷、甲胺磷、氧乐果。

(2)中等毒类：LD_{50}在50—500 mg/kg者，如敌敌畏、甲基内吸磷、敌百虫、乐果、杀螟松、乙酰甲胺磷、稻瘟净等。

(3)低毒类：LD_{50}在500 mg/kg以上者，如马拉硫磷、双硫磷等。

人较为敏感。如成人的致死量对硫磷为15—30 mg，内吸磷为10—20 mg，敌敌畏为1—2 g，都比实验动物中测得的剂量小。

几种有机磷农药经皮肤和经口LD_{50}

	大鼠经口(mg/kg)	大鼠经皮肤(mg/kg)
敌敌畏	56	75
对硫磷	3.6	6.8
内吸磷	2.5	8.2
敌百虫	560	>2 000
马拉硫磷	1 000	>4 444

体内转归 有机磷农药进入体内后，迅速分布到全身各器官，与组织蛋白牢固结合。多数品种不易通过血脑屏障，在体内其生物转化主要通过氧化和水解，例如对硫磷通过肝细胞微粒体的氧化酶系统氧化成对氧磷，乐果氧化成氧化乐果。水解是由于体内的磷酸酯酶能使某些有机磷的P—X键水解为P—OH键，而失去抑制胆碱酯酶的作用。羧酸酯酶和酰胺酶能使具有羧酸酯（如马拉硫磷）或酰胺基（如乐果）的有机磷分解，使其失去抑制胆碱酯酶的性能。一般而言，氧化产物比原药毒性强，而水解结果毒性减弱。排泄较快，主要通过肾脏，少量从呼出气及粪便中排出。有机磷在体内无蓄积，但对胆碱酯酶的抑制则有累积作用。

毒作用表现 有机磷酸酯的毒作用很广泛，能抑制多种酶，但其临床表现主要是由于抑制胆碱酯酶，使胆碱酯酶磷酰化。有的磷酰化酶较易水解复活，如磷胺抑制的酶；有的复活较慢，如敌百虫和敌敌畏抑制的酶；有的则不能复活，很易"老化"，如乐果抑制的酶，使用复能剂也无效。人红细胞表面的乙酰胆碱酯酶被抑制后，一般不能自行复活，只能等待红细胞再生；严重抑制后，要经数月才能复原。

胆碱酯酶抑制后，胆碱能神经的突触间隙中乙酰胆碱不能被水解而积聚，致使后续神经元或效应器官持续兴奋。最后效应器官由过度兴奋而转入抑制。

乙酰胆碱的毒作用呈剂量—效应关系。低剂量时呈毒蕈碱样（M）受体兴奋；剂量增加时M受体兴奋加强而烟碱（N）受体也开始兴奋；剂量再增时，中枢神经系统及植物神经中的M受体和N受体均抑制。

某些有机磷农药急性中毒后可发生迟发性神经毒作用，仅见于少数人，多发生于大剂量或反覆接触之后。少量有机磷酸酯在长期影响下，同样干扰体内胆碱酯酶的活力。少量接触时酶活力代偿性增加，神经细胞及效应器官对乙酰胆碱的耐受性也增加，造成一定限度的适应性；若随后有一次较大剂量的接触，则机体不能代偿而发生急性中毒。耐受和易感取决于剂量及进入机体的速度，机体本身变异的幅度不很大。耐受并不能起明显的保护作用。

目前已普遍将有机磷农药混配和混用，多数情况下其毒性减低。但是苯硫磷能干扰许多有机磷农药的降解而使之毒性增强，马拉硫磷能抑制肝脏的酯酶，也使少数有机磷农药增毒。

预防 预防有机磷农药中毒，最重要的是采用高效低毒品种代替高毒类农药，做好安全评价，制订和贯彻执行预防措施。

使用时应建立严格安全操作规程和管理制度。工业生产时应防止经呼吸道吸入及皮肤污染。

急救必须及时。立即使患者离开现场，脱去污染的衣服，并用清水或肥皂水清洗体表污染区。如眼睛受污染，应用2%碳酸氢钠溶液或大量清水冲洗。如经消化道中毒应尽快进行催吐或洗胃。当出现中毒症状时，应立即给予抗乙酰胆碱剂——阿托品，对解除毒蕈碱样症状和呼吸中枢抑制有明显疗效，但不能解除烟碱样症状。胆碱酯酶复能剂主要为肟类化合物，如氯磷定、解磷定、双复磷等。在急性中毒早期（24 h内）有恢复胆碱酯酶活性的作用，能解除烟碱样作用，使中毒病人苏醒。

常用有机磷农药 常用的有机磷农药有以下几种。

内吸磷[1059, $(C_2H_5O)_2P(S)OCH_2CH_2SC_2H_5$] 属剧毒类。硫联异构体毒性大于硫离异构体，大鼠经口LD_{50}分别为2.5 mg/kg及7.5 mg/kg。

本品残效期长，在蔬菜和瓜果上禁止使用。谷物和果树收获前禁用期：高粱涂茎为40 d，果树喷雾为30 d。

对硫磷[1605, $(C_2H_5O)_2P(S)OC_6H_4NO_2$]　大鼠一次吸入 4 h, LC_{50}为 31.5 mg/m³。在体内氧化成对氧磷，后者有强烈抑制胆碱酯酶的作用。严重中毒者除一般有机磷中毒症状外，还可出现白细胞增多、蛋白尿、糖尿和丙酮尿等变化。对动物可有胚胎毒作用，但无致畸胎作用。在体内分解产生对硝基酚，随尿排出。

食用作物在收割前 1 个月应停止喷药。蔬菜上不能使用本品。

甲拌磷[3911, $(C_2H_5O)_2P(S)SCH_2SC_2H_5$]　经口$LD_{50}$大鼠为 3.7 mg/kg，小鼠为 2—3 mg/kg。由于有恶臭，易引起警惕，但如用于喷洒极易中毒，故只准用于拌种。配制毒土和撒土时应防止呼吸道吸入。

敌敌畏[DDVP, $(CH_3O)_2P(O)OCHCCl_2$]　对人畜的经口毒性约为对硫磷的 1/3，经皮肤毒性约为 1/5。大鼠经口LD_{50}为 14—24 mg/kg，经皮肤为 67 mg/kg。农作物上使用时的安全间隔期为 14 d。

敌百虫[$(CH_3O)_2P(O)C(OH)HCCl_3$]　大鼠经口LD_{50}为 450—500 mg/kg，经皮肤LD_{50}为 3 600 mg/kg。敌百虫本身不能直接抑制胆碱酯酶，在中性或弱碱性环境中，转化为敌敌畏而发挥其毒作用。

乐果[$(CH_3O)_2P(S)SCH_2C(O)NHCH_3$]　是一种常用的高效、中等毒性的农药。不易经皮肤吸收，但溶于苯时经皮肤吸收相当迅速。在体内氧化成氧化乐果，毒性增强。有人根据肝内酰胺酶活力估计人经口致死剂量为 30 mg/kg。在食用作物采摘前禁用期为 7 d。

马拉硫磷[4049, $(CH_3O)_2P(S)SCH(CH_2COOC_2H_5)\cdot COOC_2H_5$]　又名马拉松。黄色油状液体。工业品为深褐色液体。有强烈大蒜样臭气。可经各种途径吸收。有较强的皮肤致敏作用。工业品中可能混有异马拉硫磷及马拉氧磷，使毒性增加。食用作物安全间隔期为 10 d。

杀螟松[$(CH_3O)_2P(S)OC_6H_3(CH_3)(NO_2)$]　又名速灭虫、杀螟硫磷、杀螟磷。农作物收获前禁用期为 10 d。

稻瘟净[$(C_2H_5O)_2P(O)SCH_2C_6H_5$]　未见有职业中毒报道。

倍硫磷[$(CH_3O)_2P(S)OC_6H_3(CH_3)(SCH_3)$]　又名百治屠。对胆碱酯酶为间接抑制剂。中毒症状出现较迟，持续时间较长，而且症状有反覆。农作物安全间隔期，果树为 14 d，蔬菜为 10 d。

有机氯农药

有机氯农药(organochlorine pesticide)种类繁多，常用的主要是氯化烃杀虫剂，另外有些可用作杀螨剂或杀菌剂，后两类对人畜毒性小，一般不致引起中毒。

有机氯杀虫剂可分为两类：①氯化苯类：以苯作为合成原料，包括DDT、六六六。②氯化甲撑萘类：以石油产物作为原料，包括氯丹、七氯等；也可利用树脂副产品氯化而成，如毒杀芬等。一般为结晶或粘稠状液体，不溶于水，易溶于多种有机溶剂、植物油和动物脂肪中。化学性质稳定，不易分解，因此使用后残效持久，在动植物体内长时间蓄积，食品加热处理也仅能破坏一小部分。自本世纪 40 年代有机氯农药问世后，由于杀虫效率高，急性毒性低，又有生产工艺简单、成本低廉和使用方便等优点，因此DDT和六六六曾在很多国家大量使用。后来发现它们可在人体脂肪中蓄积，并可污染大气、水系、土壤和农作物，对水生生物和野生动物也有影响，从而破坏生态平衡，且其慢性毒性问题也引起广泛注意，故中国和有些国家已停止生产和使用。

入体途径和转归　有机氯农药可经呼吸道、皮肤和消化道进入人体。能在动植物体(包括哺乳类动物、蔬菜、禽蛋、奶制品、水产品等)内蓄积和富集，并通过食物链进入人体。经消化道吸收后，主要分布于脂肪组织中，尤以肾周围和大网膜脂肪中含量最多，其次是骨髓、肾上腺、卵巢、脑、肝、肾等。在体内代谢后，经尿、粪、乳汁等排出体外。此外还能经胎盘传递给胎儿。

发病机制　有机氯具有两种作用：①诱导肝细胞滑面内质网微粒体混合功能氧化酶，从而可能影响一些外源性化学物(药物、毒物)在体内的代谢。在活体内表现为巴比妥诱导的睡眠时间缩短。在离体实验中表现为巴比妥、雄激素或雌激素代谢加速，并可使所给甾体化合物的内分泌活性降低。②具有雌激素样作用。此外，DDT还可能抑制体内维生素A、E和肾上腺皮质激素等的生物合成。但一般人每天从食物和饮水中摄入的DDT和其他有机氯的量，尚达不到诱导肝微粒体酶而加速甾体内分泌降解的水平。

有机氯的主要靶器官是神经系统。DDT对神经系统的作用，可能是由于DDT作用于神经类脂膜上的胆固醇，降低了膜对钙离子的渗透性，干扰了轴突膜去极化后恢复正常电位所需的表面重新钙化。目前认为DDT分子与神经膜上受体结构互补，是毒作用的基础。有人认为DDT的靶分子是一种ATP酶，可抑制神经末梢Na^+—K^+ATP酶，干扰传递离子通过神经膜所需的能量代谢。

对于有机氯具有雌激素样活力的看法不一致。雌激素的作用是雌二醇-17β(E_2)与细胞浆 8 s区受体结合成一复合体，进入核中，表现雌激素信息。有人认为有机氯系脂溶性，可透过细胞膜，同E_2一样与 8 s区受体结合。但有人否定此说。

对人体的危害　几种常见有机氯杀虫剂对人和大鼠经口急性毒性见下表。

误服有机氯杀虫剂可引起胃肠道和中枢神经系统刺激症状(兴奋、抽搐)，特别是氯化甲撑萘制剂。长期接触可导致神经衰弱和胃肠道症状，严重时损害肝、肾。目前对有机氯杀虫剂是否有致癌作用看法不一。国际肿瘤研究中心发现用DDT喂饲的小鼠肝肿瘤发生率增高，但对大量接触DDT达 20 多年的大批工作人员进行观察，并

未发现肿瘤发病率增高。大剂量六六六(~200 ppm)可诱发小鼠肝瘤。对小鼠肝瘤与人类肿瘤的关系也有不同看法。另有报道,DDT有轻微诱变和致畸作用

有机氯杀虫剂大鼠和人经口急性毒性

	大鼠经口 LD_{50}(mg/kg)		人经口毒性	
制剂	雄	雌	剂量	表现
DDT	113	118	10 mg/kg 16 mg/kg	有不适症状,无抽搐 引起抽搐
林丹	88	91	7—15 g 0.33 g	成人口服有一定危险 儿童有死亡可能
六六六	600	600	30 g	成人危险剂量
氯丹	335	430	6—60 g 32 mg/kg	估计致死量 成人出现抽搐,可复原
七氯	100	162		
毒杀芬	90	60	2—7 g 100 mg/kg	最小急性致死量 引起抽搐,可复原,有人无症状

预防 有机氯杀虫剂的潜在危害主要在于它们能在人体内长期蓄积,例如据报道,六六六含量在人体脂肪组织内有的已达10 ppm以上,DDT有的已达30 ppm左右。在人奶中也都存在不同程度的六六六和DDT。即使在从未使用过DDT的地区,其居民及胎儿体脂中也可检出少量DDT。据报道中国(北京城区)人奶中的β-六六六含量为6.6 mg/kg, p, p′-DDT为1.8 mg/kg(皆以奶脂为基础计算)。人体尿液中DDT降解产物DDA的含量与人体摄取DDT的量有着平行关系,因而可用来监测人群对DDT的接触。农药在人体内长期蓄积的远期影响,尚无明确结论。但在土壤中,DDT消失95%的时间可能需要10年以上。DDT在水中浓缩的程度也很可观,由湖水到青鱼体内可浓缩几千万倍,人食鱼后DDT在体脂中蓄积,在一定条件下可自脂肪中动员出来进入血循环。虽远期效应看法不一,目前还是主张用低毒、低残留农药取代。中国已禁止生产、使用和进口这类农药,但有的国家或地区仍在使用。

有机汞农药

有机汞(organomercury pesticide)农药的结构通式为R—Hg—X,其中R可为烷基(甲基或乙基)、芳香基或烷氧基;X为阴离子,如卤素、醋酸根、磷酸根等。农业上用作杀菌剂者主要有氯化乙基汞(西力生,$C_2H_5 \cdot HgCl$)、磷酸乙基汞[谷仁乐生,$(C_2H_5HgO)_2P(O) \cdot OH$]、醋酸苯汞(赛力散,$CH_3COOHgC_6H_5$)及磺胺苯汞[富民隆,$C_6H_5Hg(C_6H_5)NSO_2C_6H_4CH_3$]等。多用于拌种、喷洒或防治蚕病。由于毒性大并造成环境污染,中国已禁止生产、进口和使用。目前除拌种外,各国都已禁止使用

入体途径与转归 烷基汞农药在自然环境中还原为金属汞,与废水中的汞一样,沉积于污泥中,经微生物作用可转化为剧毒的甲基汞,并在水草、鱼、贝类中富集,通过食物链可使人中毒。

有机汞化合物可经消化道、呼吸道和皮肤吸收,农业上使用不当时,还可通过食物链造成对人、畜的危害。经胃肠道吸收较快而且充分,小肠吸收率一般为90%。吸收后与含巯基的氨基酸结合,在血浆或红细胞(烷基汞约有80%,苯基汞约有50%与红细胞成分结合)中被运送到全身各组织,主要分布于肝和肾。芳香基汞和烷氧基汞在肝内可迅速降解为无机汞,其分布和排出规律与无机汞相似,对神经系统亲和力较弱(主要损害小脑)。烷基汞在体内降解缓慢,在肝内不易无机化,且更易透过血脑屏障,因此在脑组织中分布较多,对神经系统的损害更为明显。慢性接触者脑组织中汞含量甚至可占全身总量的10%~15%。

有机汞化合物可通过尿、胆汁、胎盘和毛发排出。经尿排出只占总排出量的10%。烷基汞经胆汁排出时,与胆汁中胱氨酸结合,进入肠道后在回肠中又被吸收,形成肝肠循环,因此排出很慢,体内停留的时间延长。人的半减期为70 d,鱼、贝类为1 000 d。烷基汞较苯基汞更易通过胎盘进入胎儿体内,使胎儿脑中含汞量比母体还高,可引起畸胎及婴儿先天性有机汞中毒。毛发中也含有一定量的汞。有人主张分析红细胞和毛发中汞含量以判断汞吸收情况。

对人体的危害 环境中的有机汞农药在光和热作用下,可解离出汞离子,与体表组织蛋白质结合,因而对皮肤、粘膜有刺激和腐蚀作用。如与湿润的皮肤接触,可引起严重的接触性皮炎,不易痊愈,并且增加吸收。

有机汞化合物易溶于脂质和类脂中,因此可通过生物膜进入细胞内,与蛋白质中的巯基结合,抑制各种含巯基的酶,导致许多功能障碍和广泛病变,是一类亲脂性的高毒物质。其中氯化甲基汞小鼠经口LD_{50}为38 mg/kg,氯化乙基汞大鼠经口LD_{50}为30 mg/kg,醋酸苯汞小鼠经口LD_{50}为40 mg/kg。人经口摄入氯化乙基汞0.5 mg/kg可引起轻度中毒;1.5 mg/kg时,中度中毒;2.5 mg/kg时,重度中毒;3.5 mg/kg可致死。

近年来实验证明,有机汞化合物有诱变作用,可使动植物细胞染色体断裂,尤以烷基汞作用更明显。

防治 原粮中不得检出。严格防止食用"药粮"(拌药种子)。急性经口中毒时以温水或碳酸氢钠洗胃(忌用盐水,以防止生成氯化高汞),用硫酸钠导泻。解毒剂可选用二巯基丁二酸钠等。

有机砷农药

有机砷农药(organoarsenic pesticide)是砷化氢的氢原子部分或全部为其他原子或基团(烷基、酚基、卤素等)所取代而形成的物质。可分为胂类、卤化胂基类、氧化胂基类、硫化胂基类、氰化胂基类、双胂类和偶胂类。剧毒的常用作军事毒剂,如路易士毒气。药品及农业上用的一般为中等毒或低毒者。农业上用的有机砷化合物具有抑菌、杀菌等作用,能防止水稻纹枯病等。国内使用的有退菌特(有机砷、有机硫混合杀菌剂)、稻脚青(又名稻谷青、甲基胂酸锌,$CH_3 \cdot AsO_3Zn$)、稻宁(甲基胂酸钙,$CH_3 \cdot AsO_3Ca \cdot H_2O$)和田安(甲基胂酸铁胺$(CH_3 \cdot AsO_3)_m \cdot Fe_n \cdot (NH_4)_n$)等。在农药生产、加工、使用时,因吸入粉尘或误服,均可引起中毒。吸收有机砷化合物后,需经转化为无机的三价砷及其衍生物而起作用。有机砷在体内转化很慢,误服后大部分较快以无变化的原形排出,故毒性表现较无机的三氧化二砷为小。吸入粉尘的毒性与毒物本身的溶解度有关,作用机制与砷的无机化合物相同。有机砷农药可在自然界降解为无机砷,成为环境污染物之一。

有机硫农药

有机硫农药(organosulfur pesticide)种类很多,是农业上常用的高效、低毒杀菌剂,主要是二硫代氨基甲酸衍生物和其他一些含硫化合物。

二硫代氨基甲酸衍生物 这类杀菌剂可分为两类:代森类化合物(乙撑双二硫代氨基甲酸类)和福美类化合物(二硫代氨基甲酸类)。其对人、畜毒性低,对农作物药害少,但对鱼类毒性较大。粉尘或雾滴可经消化道、呼吸道和皮肤吸收。对人皮肤、粘膜有刺激性,引起接触性皮炎、慢性鼻炎、咽炎和结膜炎。大量内服时,刺激消化道而发生呕吐和腹泻,此时药剂排出,故一般不易引起严重中毒。中毒时主要影响神经系统,表现为先兴奋、后抑制,甚至引起呼吸和循环衰竭。对肝、肾有损害作用,妨碍细胞中氧化还原系统功能。动物实验提示这类农药的某些代谢产物有致癌和致畸作用,但所需剂量都很大,没有实际意义。

代森类 主要有代森锌、代森锰、代森硫。代森锌$\{[-SC(S) \cdot NHCH_2CH_2NHC(S)S-]Zn\}$的大鼠经口$LD_{50}$>5 000mg/kg,代森锰$\{[-SC(S) \cdot NHCH_2CH_2 \cdot NHC(S)S-]Mn\}$的大鼠经口$LD_{50}$约7 500mg/kg,代森硫$\{[-C(S)NHCH_2CH_2NH(S)C-]S\}$的小鼠经口$LD_{50}$约330mg/kg。这类农药或其代谢产物可与辅酶A、三磷酸甘油醛脱氢酶或含巯基的酶发生作用而抑制它们的活性。化合物的氮原子上有一个氢者,化学活性大,极易形成乙撑硫脲(ETU)。ETU是代森类的主要代谢产物,在自然环境中、动物体内和药液保存过程中都可产生,但不能在植物体内形成。烹调过程中也可产生ETU,而且烹调不能使它破坏。大剂量ETU对动物有致癌、诱变和致畸作用。一般剂量时问题不大,且环境中的ETU易被光分解,无严重残留问题和无蓄积性。

福美类 主要有福美锌、福美铁、福美双。福美锌结构式为$[(CH_3)_2NC(S)S]_2Zn$,中等毒类,有刺激作用。大鼠经口LD_{50}为1 400 mg/kg。在动物体内分解为二甲基胺及二硫化碳而致毒,可抑制含巯基的酶,还能与体内微量金属(铜等)络合排出。分解出的二硫化碳由肺排出,24 h内约可排出进入量的50%。二甲基胺为叔胺类,在体内与亚硝酸盐反应而被N-亚硝化成为二烷基亚硝胺,后者是致癌物。福美锌诱发小鼠骨髓细胞染色体畸变的能力比代森类大,接触者的淋巴细胞染色体畸变率明显增高。福美铁和福美双均为低毒类,也有刺激作用。

其他含硫化合物 常用的有以下几种:

敌枯双(TK 5177) 一种内吸性长效杀菌剂。在动、植物体内一分子敌枯双分解为二分子敌枯唑。稻田施用敌枯双后,稻米中残留的是敌枯唑。经口LD_{50}大鼠为260~350 mg/kg,小鼠为3 600~3 800 mg/kg。

敌枯双在体内竞争性地、可逆地对抗烟酰胺,形成无生物活性的辅酶Ⅰ(NAD)同型物,因而使NAD水平下降,干扰正常生化过程。小剂量时引起动物消化道粘膜糜烂、溃疡和出血,以及心肌病变(有可能导致充血性心功能不全);大剂量时抑制造血和淋巴系统,并损害肝脏。动物实验中胚胎毒性和致畸作用严重。NAD本身或其前身都可对抗这种毒性,说明致畸作用与抑制NAD生成有关。但大量流行病学调查,未发现使用地区的育龄妇女及其子女外观上有畸形表现。因此只要禁止育龄期妇女接触敌枯双和使用前服用烟酰胺,可以安全使用。实验中发现本药有明显的抗肿瘤作用,可能也是由于抑制了与NAD有关的反应,使次黄嘌呤核苷酸不能转化成黄嘌呤核苷酸,因而影响脱氧核糖核酸和核糖核酸的生物合成。在动物实验中观察到敌枯双也有免疫抑制作用。人中毒时出现舌炎和皮炎,如制造敌枯双的工人可发生严重接触性皮炎,服用烟酰胺可预防发生。生产敌枯双工厂附近的居民发生雀斑样皮肤色素沉着者较多,估计与工厂废水污染附近的饮用水,因长期饮用而发生。中毒患者血和尿中尿酸量增高。烟酰胺是特殊解毒剂和预防拮抗剂。

灭菌丹 用作杀菌剂。对动物毒性很小,大鼠经口LD_{50}约10 000 mg/kg。大剂量时可能有诱变作用。

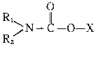
巴丹$\{(CH_3)_2NCH[CH_2SC(O)NH_2]_2\}$ 又名杀螟丹。为高效广谱胃毒性杀虫剂,具有内吸性质。经口LD_{50}大鼠为250mg/kg,小鼠为270mg/kg。在体液中很快转化为沙蚕毒素(4-N,N-二甲氨基-1,2-二噻戊烷)而发挥毒效。

杀虫双$[(CH_3)_2NCH(CH_2SSO_3Na)_2]$ 化学名2-N,N-二甲氨基-1,3-双硫代硫酸钠基丙烷。为生产巴

丹的中间体。大鼠经口LD_{50}约 600 mg/kg。在动物体内估计也要转变为沙蚕毒素后才发挥毒效。急性中毒很快出现症状，严重者可于24h内因呼吸麻痹而死亡。此外，可致肾、肝、肺严重损害，有中等度蓄积作用。动物实验初步表明不致畸、不致癌，也不会引起骨髓细胞染色体畸变。

氨基甲酸酯类农药

氨基甲酸酯类农药(carbamate pesticide)对昆虫有胃毒、触杀、熏蒸等毒作用，而又具有残效短、选择性强、对天敌影响小、对人畜毒性低等优点。其基本结构为：



根据R_1、R_2和X取代基团的不同，有五类化合物(见下表)。

氨基甲酸酯的五类化合物

类　别	代表性商品	残效	经口LD_{50}(mg/kg)	
			大鼠	小鼠
萘基类	西维因	短	250－560	260
苯基类	叶蝉散	长	260—800	150　300
杂环二甲基类	异索威	短	11－50	
杂环甲基类	呋喃丹	短	8－14	
肟类	涕灭威	长	1—30	

氨基甲酸酯类农药属中等毒或低毒类。可经消化道、呼吸道及皮肤吸收，但大鼠经皮肤LD_{50}均>4 000 mg/kg。中毒主要由于抑制了血液胆碱酯酶，引起胆碱能神经兴奋症状。症状与酶的抑制程度平行。其机制在于此类化合物在立体构型上与乙酰胆碱相似，可与胆碱酯酶活性中心的负矩部位和酯解部位结合，形成复合物，进一步成为氨基甲酰化酶，使其失去水解乙酰胆碱的活性。但大多数氨基甲酰化酶较磷酰化酶(胆碱酯酶与有机磷酸酯结合以后的复合物)易水解，使酶很快恢复原有活性，因此这类制剂对胆碱酯酶的抑制较弱，而且是可逆和暂时的。中毒时使用阿托品有一定疗效。

氨基甲酸酯类农药在生物体内或体外，可被亚硝化成为亚硝基类化合物。后者酷似亚硝胺，具有强诱变性能。例如，西维因在生物体内外均能与亚硝酸钠起反应成为N-亚硝基西维因，它是一种碱基取代型诱变物，因其结构中有萘环，生物活性较小。这类农药对人能否致癌尚未肯定。

氨基甲酸酯类农药在体内易分解，排泄较快，一部分经水解、氧化或与葡糖醛酸结合而解毒，一部分以原形或代谢物形式迅速经肾排出。代谢产物的毒性一般较母体化合物为小。

杀虫脒农药

杀虫脒(chlordimeform)又称氯丙脒，N'-(4-氯-邻甲苯基)-N，N-二甲基甲脒[$ClC_6H_3(CH_3)N—CHN(CH_3)_2$]。是一种高效、广谱的杀虫杀螨剂，可用于防治对有机氯、有机磷和氨基甲酸酯类农药产生抗药性的害虫。常用盐酸盐制剂，为白色结晶。在弱酸、弱碱中易水解破坏。属中等毒类。残留毒性小。

杀虫脒可经消化道、呼吸道和皮肤吸收，在体内分布于肝、肾、皮下组织等。代谢物为4-氯邻甲苯胺、5-氯邻氨基苯甲酸等，迅速从尿中排出。杀虫脒还能从胆道和乳汁排出，无蓄积。

杀虫脒不引起胆碱酯酶的抑制，却具有作用于交感神经而对副交感神经没有影响的独特作用。其致癌作用尚无定论。

人杀虫脒中毒主要是由于误服或生产和施药时不慎引起的事故。中毒症状主要是嗜睡，疲乏无力，其主要代谢产物对氯邻甲苯胺可引起膀胱刺激症状及血尿等。长期接触高浓度杀虫脒能损伤皮肤的微循环。急救主要是对症处理，适当补液以利毒物的排泄。严重中毒有紫绀出现时，可用小剂量美蓝静脉注射。治疗中须密切注意病人肾功能受损害情况。测定尿中对氯邻甲苯胺可作为机体吸收程度的指标。

水果、蔬菜禁止使用杀虫脒。粮食作物距收获期 40 d以内不得使用，且每公顷用量≤ 6.67 g(每亩用量≤100 g)。

拟除虫菊酯类农药

天然除虫菊用于防治家庭、畜舍、仓库等害虫已有150 多年历史，其主要成分为除虫菊素，具有高效、低毒、

常见的拟除虫菊酯

通用名称	主要理化性质	大鼠经口LD_{50}(mg/kg)	常用剂型
二氯苯醚菊酯	浅黄式油状液体，溶于多种有机溶剂，遇碱分解	2 000	10%、20%乳剂
氯氰菊酯(灭百克)	黄棕色粘稠液体或固体，不易挥发	250	10%乳剂
氰戊菊酯(速灭杀丁、杀灭菊酯)	黄色油状液体，溶于多种有机溶剂	450	20%乳剂
溴氰菊酯(敌杀死)	纯品为白色结晶粉末，遇碱分解	85.4—103.5	2.5%乳剂
氟氰菊酯(氟戊酯氰酯)	深琥珀色粘稠液体，溶于大多数有机溶剂	76　81	10%乳剂

低残留等特点。由于它的产量受自然条件的限制，药剂又容易受大气和光的作用而分解，且残效较短，故仅限于防治室内害虫。近年来，人工合成了不少对光稳定性强的拟除虫菊酯类(synthetic pyrethroid)，这些品种除保持天然除虫菊素的优点外，对害虫的杀伤和对高等动物的毒作用方面，也比天然除虫菊优越。自70年代合成了二氯苯醚菊酯后，新型的拟除虫菊酯相继问世。这类药剂具有广谱、高效、低残留的特点，目前应用十分广泛。现常用的有上表几种。

二氯苯醚菊酯 为目前拟除虫菊酯中毒性较低、使用最安全的一种，在土壤中迅速降解，残留很少。其脂溶性较大，但不易透入哺乳类动物的皮肤；可经胃肠道吸收，但吸收不完全，部分以原形随粪排出，粪中排出量常高于尿中量，可能与经胆汁排泄有关。吸收入体后分布于全身各脏器，给药后4 d，几乎全部从动物体内消失，仅微量存在于脂肪和肝组织中。乳汁中也可检出，其量远较同期血中浓度为低。停止给药后次日，乳汁中含量就明显下降。人用此药灭虱后24h，尿中可检出代谢产物，30d后则不再能检出。在空气中浓度为0.011～0.085mg/m³的情况下，据对5名接触人员工作6h后次晨尿检，仅在一人尿中发现有二氯苯醚菊酯的酸性代谢产物，且下午即消失，未发现生产性中毒。动物急性中毒主要表现为震颤和抽搐。曾发现某些去甲肾上腺素或肾上腺素能阻滞剂和5-羟色胺能药物，可增强二氯苯醚菊酯的毒性，但无证据说明有对中枢神经递质的直接影响。

氯氰菊酯 其代谢与排泄的途径和速度，均与二氯苯醚菊酯相类似。动物急性中毒后，表现为步态异常、共济失调，偶发震颤和抽搐。存活动物一般3 d后恢复正常。动物急性中毒时，可使小脑中环鸟苷酸含量增加，但未能阐明其中毒机制。

氰戊菊酯 动物急性中毒表现为共济失调、兴奋狂跳、抽搐、呼吸抑制而死亡。入体后迅速排出，羟化的代谢产物在尿粪中可同时出现。除在脂肪中有存积外，肝、肾、肌肉中含量极低。在棉田喷洒时，如无良好防护，可发生急性中毒。轻者头痛、头昏、全身乏力；中等量接触者有明显的皮肤和上呼吸道刺激症状，病人流涕不止，频频喷嚏，并有恶心和食欲不振症状；重者可出现肌束震颤与抽搐。

溴氰菊酯 是近年来广泛用于防治棉花、果树、茶叶、蔬菜上害虫的重要农药，其毒性常随所用的载体、给药途径及动物种属不同而异。动物急性中毒的症状有流涎、躁动不安、高度兴奋状、肌肉震颤、共济失调、舞蹈样动作、癫痫样发作、抽搐、呼吸困难直至死亡。入体后迅速分布到全身所有脏器和组织。从体内排出迅速，主要出现在尿中，粪中排出很少。第一天即排出50%，8 d内排出给药量的95%以上。未发现有致癌、致畸和致突变的阳性结果。溴氰菊酯主要作用于中枢神经系统，影响钠通道的失活过程，改变了神经膜对离子的通透性，导致中枢和周围神经的异常兴奋和中枢神经递质分泌的紊乱，从而影响脑与脊髓神经元突触的传导。

农田喷洒使用不当，防护不周而中毒的病人，早期出现皮肤、粘膜的刺激症状；皮肤潮红、刺痛、瘙痒并有烧灼感。口服中毒者以上腹部灼痛、恶心、呕吐等症状为突出，随后有头痛、头昏、全身乏力等表现。重度中毒患者有流涎、肌束震颤、抽搐、视物不清、意识障碍等，因昏迷导致呼吸抑制、虚脱而死亡。除大量口服中毒者尿中可测得溴氰菊酯外，职业性接触者尿中未检出溴氰菊酯原形及代谢产物。治疗可使用阿托品以对抗M样副交感神经兴奋作用，同时并用中枢性肌肉松弛类药物，进行对症处理。

上述拟除虫菊酯类杀虫剂，除溴氰菊酯毒性较大外，一般均较安全。由于管理部门、使用者忽视和不了解防护知识与技术，仍有中毒事故的发生，且以生活性为多见。同时，目前实际使用的杀虫剂常与有机磷农药等混用，因此应十分重视与有机磷中毒的联合作用和防治。

杀鼠剂

杀鼠剂(rodencide)是杀灭啮齿类动物仓鼠、家鼠和田鼠等的药物。要求对鼠毒性大，而对人畜毒性小。常用的杀鼠剂，按其化学特性可分为以下几类：

(1) 熏蒸杀鼠剂：如氢氰酸、氯化苦、磷化氢和二硫化碳等。常用于消灭车箱、船舱、飞机货舱、货栈、建筑物及下水道等处的鼠类。属剧毒类，应用时应严格注意个人防护，遵守安全操作规程。

(2) 无机杀鼠剂：包括白磷、磷化锌、磷化铝和铊的盐类(硫酸铊、醋酸铊、硝酸铊)以及碳酸钡、亚砷酸钠等。大多对人畜毒性大，目前仅用磷化锌作毒饵用。

(3) 有机合成杀鼠剂：种类甚多，用途较广：①硫脲类衍生物：如安妥。②有机氟类：如氟乙酰胺、氟乙酸钠(又称1080)，属剧毒类，已淘汰。③茚满二酮类：如敌鼠、杀鼠酮、杀鼠灵等，为抗凝血类的杀鼠剂。

(4) 天然植物性杀鼠剂：如红海葱、马钱子碱(士的宁)类药物，为痉挛剂。鼠取食含有红海葱的食物后，不会呕吐，起杀鼠作用；而人误食则可用催吐剂将其排出。这类药物可以做成粉末、糊剂或液体，但常以毒饵法诱鼠中毒。

敌鼠 为抗凝血性杀鼠剂。常用敌鼠钠盐。小鼠经口半数致死量(LD_{50})一次投药，约为119.5 mg/kg；如连续4 d给药，每天只给3.2 mg/kg，则LD_{50}总量仅约12.8 mg/kg。故连续多次摄入，可达到累积效应而发挥毒效。敌鼠在肝中与某种酶蛋白结合，妨碍凝血酶原和Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ凝血因子的生成。因肝中贮存的一定量的凝血因子，不可能立即耗尽，故一次给药造成中毒所需剂量甚大，而连用数日则很小剂量即可中毒。本品还可损伤毛细血管。

人中毒时主诉背痛、腹痛、呕吐，主要有皮肤、粘膜、肌肉和内脏出血，可因贫血、虚脱而死亡。凝血指标的检查是重要的诊断依据。治疗以注射维生素K_1为主，重症者需连续治疗数天或输血。

磷化锌(Zn_3P_2) 经口LD_{50}大鼠为45 mg/kg，小鼠为3—5 mg/kg。人摄入2—3 g可能致死。磷化锌摄入后损害中枢神经系统、呼吸系统、心血管系统和肝、肾功能，在胃酸作用下形成磷化氢及氯化锌，刺激胃粘膜，治疗先用0.5%硫酸铜洗胃，以形成不溶性磷化铜；再以0.05%高锰酸钾洗胃，形成无毒的磷酸酐；而后服液体石蜡使磷不被吸收，并以硫酸钠导泻，忌用硫酸镁，以避免镁离子的不良作用。

磷化铝 用作粮食熏蒸的灭鼠杀虫剂。可吸收空气中水分，释出磷化氢气体而发挥毒效。与磷化锌作用原理相同，但使用较方便。吸潮后失效。

安妥[$C_{10}H_7NHC(S)NH_2$] 又名萘硫脲。褐家鼠经口LD_{50}为7—8 mg/kg。对人畜较为安全，人口服致死量(LD)为1—40 g。中毒时呼吸系统首先受抑制，大剂量可增强肺毛细血管通透性而致肺水肿。人误服后，应先洗胃，保持安静，注意防止肺水肿。可给半胱氨酸及硫代硫酸钠。

灭鼠安($C_{13}H_{11}O_4N_3$) 属吡啶基甲酸酯类，是一种新合成的氨基甲酸酯类灭鼠剂。为淡黄色粉末，无臭，无味，不溶于水。本药的最大特点是具有高度选择性毒力。它对多种鼠毒力较强，但对禽、畜毒性低。其LD_{50}值，家鼠为17.5—24.0 mg/kg，兔为100—500 mg/kg，鸽、鸡为4 000 mg/kg以上，狗、猴1 000 mg/kg以上。中毒机制及毒性表现、解毒治疗与氨基甲酸酯类农药相同(见“氨基甲酸酯类农药”条)。

灭鼠优($C_{13}H_{12}O_3N_4$) 是一种新合成的芳基尿素类灭鼠剂。为淡黄色粉末，无臭，无味，不溶于水，溶于乙醇、丙酮。本药的最大特点是具有高度选择性毒力。它对多数鼠毒力较强，其LD_{50}(mg/kg)：大白鼠12.3，褐家鼠4.75。它对家禽、家畜毒性均较弱，对几种动物的LD_{50}(mg/kg)为：狗>500，猪>500，猴>2 000—4 000，兔>300，小鸡>710，鸽>1 780。猫和狗吃了毒死的鼠未发生二次中毒。本药抑制烟酰胺代谢，鼠中毒后由于严重的维生素B缺乏，引起呼吸肌瘫痪致死。

无机粉尘

无机粉尘(inorganic dust)系指一些无机固体物质所形成的高分散度粒子。根据来源不同，可分为金属粉尘、非金属矿物粉尘以及加工无机粉尘(如水泥、玻璃纤维等)。实际上，人们接触到的往往是混合性粉尘。吸入混合性粉尘中各成分的质和量不同而产生不同程度的危害。无机粉尘还往往和有机粉尘(如茶尘、烟草、皮毛等)或有毒物质(如萤石矿有石英和氟化钙)同时存在。因此，在评价粉尘危害时，应了解粉尘的来源、组成、各成分比例、空气中粉尘浓度、粉尘分散度及其动态等，进行综合考虑。

入体途径与转归 尘粒被吸入时，呼吸道沿途的滤过装置起一定的防御作用。首先鼻毛和鼻腔结构都能机械地阻留一部分粗大尘粒。粘膜分泌粘液，也可更多地阻留粉尘。在鼻甲附近、鼻咽部和气管主干，由于涡流和气流方向突然改变，直径5—30 μm的粒子因惯性和撞击作用而沉积下来。在下呼吸道，由于支气管的逐级分支、气流速度减慢和方向改变，增加了沉降的可能性，直径1—5 μm的粒子可在支气管各部分和肺泡壁上沉积。小粒子(<0.2 μm)由于布朗运动，沉积在下呼吸道各部分和肺泡壁上。

沉积在呼吸道的尘粒，随擤鼻、喷嚏或纤毛上皮的摆动，向外推送，在咳嗽时排出体外。即使尘粒已到达肺泡，肺泡和支气管表面的液体流动同样可使尘粒或已吞噬了尘粒的细胞向外移动。因此，90%的尘粒可在1 h内被机械性地清除。在肺泡内的尘粒主要先被吞噬细胞吞噬，再排到支气管中。尘粒或含尘细胞还可以通过肺泡壁进入肺间质，然后随淋巴流动进入局部淋巴结。进入间质的尘粒可以继续被吞噬。对于不易溶解的颗粒，主要是通过肺部巨噬细胞的吞噬作用来清除。直径<2 μm的尘粒，80%是通过这种方式清除的。纤维状粉尘如石棉纤维，可随气流继续前进，甚至50 μm长的纤维也可随气流到达肺泡，但巨噬细胞不易将它全部吞入，因此很难清除。

对人体的危害 无机粉尘根据其理化特性和作用部位，可对机体引起不同危害：①粉尘堵塞皮脂腺和机械性刺激皮肤时，引起粉刺、毛囊炎、脓皮病、皮肤皲裂等。②粉尘进入外耳道混在皮脂中，形成耳垢栓塞。③某些粉尘可损伤角膜和结膜，引起角膜混浊和结膜炎。④放射性粉尘则可造成放射性损伤。⑤对机体危害性最大、影响最广的是呼吸系统损害，包括上呼吸道炎症，肺炎(如锰尘)、肺肉芽肿(如铍尘)、肺癌(如石棉尘、镍尘)、尘肺(如二氧化硅尘)以及过敏性肺部疾患。由于粉尘的溶解度不同，进入呼吸道后的后果也不同。可溶性有毒粉尘能很快被吸收入血流，引起中毒；不溶性粉尘则引起尘肺性病变。无机粉尘引起的尘肺性病变有两大类：一类为粉尘在肺部沉着或致异物反应，危害较小；另一类为致纤维化粉尘在肺部引起增生性反应，造成弥漫性纤维化和形成胶原结节，危害较大。纤维化程度与粉尘中所含游离二氧化硅量有很大关系，一般认为含量>70%时可引起矽肺；<10%时则引起其他尘肺，如煤尘肺；10%—70%者则以混合尘肺形式出现，如煤矽肺。

防治 无机粉尘引起的尘肺属职业病，中国1986年暂定属于尘肺的有12种，即矽肺、石棉肺、滑石肺、煤工尘肺、炭黑尘肺、石墨尘肺、铸工尘肺、云母尘肺、水泥尘肺、铝尘肺、陶工尘肺、电焊工尘肺。尘肺的诊断必须根据可靠的粉尘接触史，粉尘组成及空气中粉尘浓度和技术

质量合格的X线胸片，必要时进行动态观察以确定。尘肺是中国目前职业病中最主要、危害最严重和最广的一种，确定尘肺不但具有医学上的意义，还具有立法意义，因此，粉尘接触者要定期体检和摄X线胸片。尘肺一俟确诊，患者应调离粉尘作业，并根据劳动能力鉴定安排适当的工作和进行必要的综合治疗。

为了防止粉尘危害，须进行工艺改革，加强设备机械化和密闭通风，有的可进行湿式作业。通风吸走的含尘空气要经除尘器净化后排放，以免污染环境（见"尘肺控制"和"除尘"条）。

二氧化硅粉尘　自然界没有单独存在的硅，而是以二氧化硅的形式存在。二氧化硅有两类：游离二氧化硅和与金属氧化物结合的硅酸盐。硅酸盐中常混有不等量的游离二氧化硅。

游离二氧化硅　有三种存在形式：①结晶型：以石英为代表，存在于石英石、砂石、花岗岩、黄砂中，或夹杂于粘土、矾土、滑石及其他矿物或岩石中。②隐晶型：如玛瑙、燧石、碧玉等。③无定型：如硅藻土、蛋白石、石英玻璃、石英凝聚而得的气溶胶等。习惯上将以上三种统称石英。

石英是具有规则排列的四面体结晶结构。它有多型变体特性，常见的变体为石英（稳定范围在870℃以下）、鳞石英（稳定范围在870—1 470℃）、方石英（稳定范围在1 470—1 713℃）等，即石英的内部结构随外界温度不同而发生变化。工业生产中可遇到热加工改变石英晶体结构的情况，如制造硅砖时以石英为原料，在高温焙烧后可转化为方石英和鳞石英；瓷器和粘土砖以硅酸盐为原料，烧成后可含有石英、方石英和鳞石英等；硅藻土本身致纤维化作用弱，但煅烧（1 600—1 700℃）后可有部分转化为方石英。在硅和硅铁合金生产中以石英为原料，熔炼过程中有大量二氧化硅蒸气逸出，在空气中凝聚为石英气溶胶。

石英的溶解度很低，吸入石英尘后，能在肺内长期存留，引起肺部胶原结节性纤维化病变，称为矽肺。结晶型二氧化硅的致病作用强，其中鳞石英最强，方石英次之，石英又次之；无定型二氧化硅的致病性较弱。二氧化硅致病性的强弱还受到共同存在的其他粉尘的影响。

肺内石英尘能作用于肺泡II型上皮细胞，增加表面活性物质的分泌。肺泡II型上皮细胞也能转化为吞噬细胞，或释放出脂类物质刺激骨髓干细胞，使巨噬细胞大量增殖，为肺部巨噬细胞的聚集创造条件。

石英粒子沉积在肺泡中很快被巨噬细胞摄取。尘粒与溶酶体膜起作用，改变其通透性，使溶酶体内的酶释放到胞浆中，引起细胞自溶死亡。尘粒又释放出来，再被其他巨噬细胞吞噬，于是吞噬和死亡的过程反复发生。含尘细胞的死亡是矽肺发病的首要条件。石英尘对生物膜的作用有几种可能：①石英表面的羟基团能与膜结构脂蛋白的受氢体（氧、氮、硫原子）形成氢键，破坏膜结构的完整性。②石英激活生物膜上的磷脂酶，后者催化卵磷脂为溶血卵磷脂。③石英和膜上的不饱和脂肪酸作用，引起类脂过氧化分解。不论膜破坏方式如何，溶酶体的作用和生物膜通透性的改变已在体外培养中得到证明。

巨噬细胞崩解后能释放出一种致纤维化因子，引起成纤维细胞增殖，产生胶原纤维，构成矽结节病灶的支架。由于吞噬和坏死反复发生，结节病灶不断扩大，相邻的结节可相互融合。目前还不清楚这种致纤维化因子的本质，可能是非脂质的蛋白质或其衍生物、半乳聚糖或激肽。

含尘细胞崩解后，还可能释放出一种抗原物质，引起免疫反应。在矽结节周围有大量浆母细胞和浆细胞，IgG和IgM等免疫球蛋白增高。抗原和抗体形成复合物，沉积在胶原纤维架上。

肺内病变的发展可引起血和尿中一些胶原代谢异常及免疫反应有关的生化改变，如血清蛋白结合己糖、氨基己糖、粘蛋白、铜蓝蛋白、溶菌酶、尿羟脯氨酸及血清中IgG含量增高，淋巴细胞转化率降低。

矽肺是一种职业病，其发病的严重程度除与吸入粉尘的分散度、浓度及粉尘中游离二氧化硅含量有关外，接触时间长短、生产方式、工种、机体条件以及防尘措施都有关。它是尘肺中发展较快、病情较重的一种类型。当大量含游离二氧化硅粉尘吸入肺内，即使脱离工作，也可能在若干年后出现晚发性矽肺。早期矽肺患者病情也会继续进展，矽肺进展时可影响劳动能力，严重时造成心肺功能衰竭，引起死亡。因此加强防尘措施，对接触粉尘者做好早诊断早处理极为重要。

硅酸盐　主要致病的有以下两种：

（1）石棉：为一组纤维状硅酸盐矿物的总称，具耐热、耐酸、绝缘等性能。从粉尘物理性看，凡长度>5 μm，直径<3 μm，而长度与直径之比>3∶1的尘粒称为纤维。

石棉分两类：蛇纹石类和角闪石类。在蛇纹石类中，以温石棉（纤维蛇纹石石棉）最为多见，占全世界石棉产量的90%以上。角闪石类中，以青石棉和铁石棉多见。

温石棉由很多小纤维集合成束而成，可以分裂成最细小的纤维。温石棉柔软、卷曲，吸入后可在呼吸道沿途阻留。

角闪石类大多数都很坚硬、挺直而粗糙，因此在呼吸道内容易引起机械性损伤。

石棉纤维在呼吸道内可沿支气管抵到达肺小叶。纤维可穿透到胸膜，引起胸膜增厚，形成胸膜斑，甚至胸膜钙化；或到达横膈和腹膜，引起纤维化。在肺组织中，石棉纤维中的氢氧化镁暴露在外面，以粘多糖为基质，结合含铁蛋白包裹到纤维上，形成石棉小体。使用石棉较多的城市中，由于大气、食物和饮用水中混有石棉纤维，以致可在一般居民肺中找到石棉小体。

石棉纤维可引起石棉肺，并有致癌作用，主要是支气

管肺癌和胸膜、腹膜间皮瘤。石棉工人肿瘤发病率比预期的要多9倍左右。在应用石棉较多的国家，石棉已成为大气污染的来源之一。随着肿瘤发病率的日益增加，石棉比石英更引起重视。

（2）滑石：与石棉的几种品种极为相似，难以区别。通常有两种类型：薄片状和纤维状。薄片状滑石纤维化作用较轻微，纤维状滑石同石棉一样，可引起滑石肺。

含碳粉尘 常见有煤尘和炭尘。

煤尘 煤矿采煤工、运煤工、煤球加工、炼焦以及煤气发生站的工人接触煤尘。煤中游离二氧化硅含量为1%—5%，无烟煤中游离二氧化硅较高。煤尘导致的肺部病理变化主要是煤尘灶、间质纤维化和小叶中心性肺气肿，称为煤工尘肺。其临床病程长，患者自觉良好。脱离接触病变可停止发展。煤矿工因常同时吸入二氧化硅，因此多以混合性尘肺出现。

炭尘 主要由元素碳组成，包括炭黑（为无定型）、石墨（为结晶型）、活性炭（为无定型）等，总称炭尘。这些都是不溶性粉尘，在肺内形成粉尘细胞灶，伴有少量网织纤维，称为炭黑尘肺、石墨尘肺、活性炭肺。

金属粉尘 铁尘、锡尘、钡尘、锑尘、铝尘等被吸入后在肺内沉着，成为致密的粉尘灶，有时出现肺间质纤维性改变。目前中国尘肺命名中包括铝尘肺 在矿山开采或工厂加工时，常伴有游离二氧化硅，因此产生混合性粉尘。

加工无机粉尘 常见有以下两种。

水泥 由石灰石、粘土、砂土和铁粉混和煅烧后，加石膏、炉渣等粉碎而得。其二氧化硅主要呈结合状态。干磨时接触水泥原料可引起水泥尘肺，但水泥成品危害性较小。此外，水泥尘是职业性皮肤病的原因之一，如夏天造成皮炎，可能由于水泥中含铬所致。由于水泥呈碱性，冬天易导致皮肤皲裂。

玻璃纤维 或称玻璃棉。由玻璃熔融而得，无游离二氧化硅。是石棉的代用品，不引起尘肺。但近年来日本学者证明在粘接玻璃纤维板及切割玻璃纤维工人中也发生和石棉肺同样的病变，即在肺野中可见由细支气管炎而致的细支气管扩张和胸膜肥厚斑。玻璃纤维对呼吸道和皮肤有刺激作用，针样纤维穿透皮肤、刺入眼内时不易察觉，而且不易去除。

有机粉尘

有机粉尘（organic dust）是指由有机物质形成的粉尘，包括动物性粉尘和植物性粉尘。

动物性粉尘 存在于羽毛、蚕丝、羊毛、毛皮、皮革、骨、角、象牙等加工处理以及畜牧、养禽等作业之中。某些粉尘偶有传播炭疽等动物传染病的危险。少数具有特异体质的人接触上述粉尘时，可能引起各种变态反应，包括外源性变应性肺泡炎。

毛尘 据调查，织地毯工人患上呼吸道炎症者较多。发现毛纺工人对羊毛过敏，引起哮喘，皮肤斑贴试验阳性。长期接触者X线胸片上出现以细密网状阴影为特征的肺间质弥漫性纤维化，并有细小结节。本病进展缓慢。畜毛中常混杂有砂土，粉尘中游离二氧化硅含量平均为20%，常称为皮毛工尘肺。

禽粪粉尘 国外报告，养鸟者中有少数人发生可逆性间质性肉芽肿肺泡炎。这类外源性变应性肺泡炎统称为养鸟者肺，或按所接触鸟类的不同而分别命名为"养鸽者肺"、"长尾小鹦鹉饲养者肺"等。在接触鸟或鸟粪后数小时内发生寒战、咳嗽、气喘、胸闷。白细胞增多，偶有嗜酸性细胞增多及血清中γ球蛋白升高。肺功能明显改变 X线胸片早期可见大小不等的结节阴影，后期则显示肺间质纤维化征象，但往往不甚严重。

本病的变应原为鸟类中通常含有的微量清蛋白，患者血清中可检出沉淀抗体 如用高度稀释的变应原喷雾吸入作激发试验，可引起肺换气功能迅速下降，症状与体征重现 皮内试验有时可为阴性。

急性发作期用类固醇激素治疗有效。停止接触变应原后，患者可以恢复健康。

植物性粉尘 加工与处理植物性原料、材料，如棉、麻、木、茶、烟草、干草、甘蔗、谷物、米、面、破布等可产生粉尘。常对某些接触者具有致敏作用，引起变态反应，如接触性皮炎、支气管哮喘、外源性变应性肺泡炎等。变应性肺泡炎属Ⅲ型变态反应，在急性期引起肺的灶性肉芽肿性炎症，反覆接触粉尘而进入慢性阶段可引起不同程度肺间质纤维化，导致不可逆的呼吸功能损害。引起这类肺部疾患的变应原，常来自植物性粉尘中夹杂的霉菌孢子，它们仅对接触者中具有先天性或获得性特异体质的少数人引起危害。吸烟常可加重这类危害的程度。

有些植物性粉尘中尚含有毒性作用或药理学作用的成分，如烟草粉尘中含有烟碱。此外，植物性粉尘常混有砂土。当游离二氧化硅含量较高时，可合并引起肺部明显的纤维增生或纤维化。

棉尘或麻尘 在纺织工业中对不洁净的棉花、亚麻或软大麻等从事原料初步加工的开包、拣选、梳整等工种的部分工人，可患"棉尘症"。早期典型症状为：每当休工一天或数天后再工作的第一天，在下班前出现胸闷、咳嗽、不同程度的气急，以后症状减轻乃至消失。有的也可能逐渐频繁发病，甚至每天工作均有症状出现。肺通气肺功能会受到急性或慢性损害。肺部无特异的病理改变和X线征象。现认为引起支气管痉挛的因子很可能来自原料植物某些部分（如叶及苞片）的残屑，如早期脱离工作，可以恢复。同时吸烟者即使脱离接触，肺功能仍比不吸烟者差，且慢性支气管炎患病率高。

纺织业中另一种与吸入粉尘有关的职业性疾患为织工咳。本病常影响整个织布车间。症状为刺激性干咳、胸闷、气喘，伴有全身不适和头痛。脱离工作后即可痊

愈。发病与经纬线上霉菌有关。采取消灭霉菌的措施可预防本病的发生。亦有人认为是由阴沟气杆菌的内毒素引起。

木尘 几乎一切种类的木材粉尘皆可使某些接触者产生肺或皮肤的变态反应，其中以哮喘较常见。国外曾发现，加工某些木材的工人可发生外源性变应性肺泡炎，病因为寄生于木材的霉菌孢子。国外报道某种木尘能引起鼻癌。

茶尘 制茶工人长期吸入高浓度茶尘可发生慢性支气管炎、支气管扩张和支气管哮喘。病因可能是茶尘中的霉菌和细菌。

烟草尘 烟厂工人易发生粘膜和皮肤刺激症状，患上呼吸道炎症者较多，长期接触可引起上呼吸道粘膜萎缩。少数切烟工人可有支气管哮喘。曾报道不吸烟工人开始接触烟草粉尘时可发生烟碱中毒反应。烟草烘干、去梗作业工人所接触的粉尘中二氧化硅含量往往较高。

干草尘 农牧业劳动者在处理与加工发霉的干草（或霉变的谷类）时，可发生典型的外源性变应性肺泡炎，称为农民肺。作业者先因接触粉尘中的变应原而致敏，再次接触后可骤然发热、寒战、胸闷、气促、干咳。全肺有湿啰音。病理改变为肺水肿和间质性淋巴细胞浸润。X线检查显示两肺有斑片阴影。如继续接触粉尘可引起反覆发作，最后产生不可逆的肺损害——慢性肉芽肿性间质纤维化及阻塞性细支气管炎，以至形成蜂窝状肺。最后可导致肺心病，此时肺功能明显受损。

本病的变应原主要来自嗜热放线菌属的几种霉菌，如普通高温放射菌、小多芽孢菌等。

甘蔗渣尘 榨糖后处理或切碎经存放已发霉的甘蔗残渣时，其粉尘可引起作业工人发生甘蔗渣肺。症状与农民肺相似。是一种外源性变应性肺泡炎。变应原可能来自甘蔗渣中繁殖的一种或多种霉菌的芽孢。

谷尘 霉变的谷类粉尘也可引起农民肺。某些装卸、加工处理谷类的工人，在吸入粉尘后可迅速发生哮喘，症状常持续至脱离接触为止。长期接触有时可引起慢性肺功能不全。病因尚未充分阐明。有人发现变应原可能来自粮食中孳生的象鼻虫。

米面粉尘 有些加工米面的磨坊工人及烘烤面包的工人等在接触米面粉尘时有哮喘发作，常于离开作业场所后症状即消失。据上海调查，孳生于面粉中的螨，其尸体、皮壳、粪便等是重要的变应原，除可引起哮喘外，还可引起变应性鼻炎和皮炎。

合成材料粉尘

合成材料粉尘(synthetic material dust)主要见于塑料加工过程中。塑料的基本成分除高分子聚合物外，还含有填料、增塑剂、稳定剂、色素及其他添加剂。高分子聚合物本身一般无毒或毒性甚低，而其他成分以及单体则往往具有不同程度的毒性。塑料受热或燃烧后可分解，产生有害烟雾、可燃和不可燃气体，统称为塑料热解产物。这些产物的成分和含量与温度有关，有时可引起严重中毒。

聚氯乙烯 聚氯乙烯粉尘微具刺激性，吸入聚氯乙烯，一般对肺部没有明显危害，但接触高浓度聚氯乙烯粉尘，对肺的潜在性严重危害尚不能除外。聚氯乙烯塑料在232℃以上热解时释出氯化氢气体，350—850℃热解时释出氢、甲烷、乙烷、乙烯、甲苯等。在热切削和封闭塑料管时可产生甲醛和丙烯醛。

聚氨基甲酸酯类 这类塑料虽然直接毒性较低，但其粉尘对肺部却具有明显的致纤维化作用。重要的单体组分为二异氰酸甲苯酯，可引起明显的呼吸道粘膜刺激症状，有时可致过敏性哮喘发作。

环氧树脂 固化后的环氧树脂无毒、无刺激性，但其中通常含有残留的固化剂，一般为乙二胺、二乙三胺、三乙四胺和间苯二胺等。在碾磨、抛光等加工过程中，可产生含有上述固化剂的粉尘以及一些热解产物，对呼吸道、眼和皮肤有刺激性，并可引起头晕、乏力等神经衰弱症状。加工工人常因原发性刺激引起接触性皮炎。个别工人可出现变态反应而引起过敏性皮炎、支气管哮喘或变应性鼻炎。慢性刺激会引起慢性湿疹性皮炎，即使停止接触仍经久不愈。

尼龙 可引起皮炎。最先报道是由于所用的润饰剂和染料引起，但也有报告认为是尼龙本身所致。

酚醛树脂和氨基树脂 均系由树脂加填充料、固化剂和色素制成模塑粉，然后在模型中加热固化而得。这两种树脂的制成品分别称为电木和电玉。制成品本身很少引起危害，但在制粉、热塑、抛光过程中，存在粉尘的直接作用以及聚合物热解产物（甲醛、苯酚、氨等）的毒作用。粉尘的直接作用可引起皮炎和湿疹。

聚丙烯腈纤维 聚丙烯腈织物中的短纤维可含有半聚物，能引起皮肤瘙痒，经数次洗涤后去除。此类纤维如奥纶等在200—320℃时可热解产生含2.3%氨和1.3%—1.4%氰化氢的产物。

氟塑料 商品名特氟隆。种类颇多，以聚四氟乙烯为例，其化学性质稳定，属无毒物质。聚四氟乙烯的热解烟雾所引起的急性中毒又称聚合物烟尘热。接触烟尘后约经半小时至6 h，个别长达10余小时的潜伏期而逐渐发病。

食品添加剂

食品添加剂(food additive)是指在食品生产、加工、保藏等过程中有意识地加入食品中的合成或天然的化学物质。它本身不一定有营养价值。使用的目的是：①改善食品的感官性质，如香料、色素、人工甜味剂。②控制食品中微生物的繁殖，防止食品腐败，如防腐剂。③

防止食品在保管过程中变色、变味，如抗氧化剂。④满足食品加工中某些工艺过程的需要，如漂白剂、增稠剂、品质改良剂等。

分类 食品添加剂可分天然的与合成的两大类。天然食品添加剂是以动、植物或微生物的代谢产物等（如虫胶色素、栀子黄、红曲色素）为原料，经提取而制得的。合成食品添加剂（如苋菜红、柠檬黄）则是以化学物质为原料经人工合成而制得的。按照使用目的及化学物质的性质，食品添加剂可分为：防腐剂、抗氧化剂、发色剂、漂白剂、酸味剂、凝固剂、疏松剂、增稠剂、消泡剂、甜味剂、着色剂、乳化剂、品质改良剂、抗结剂、香料及其他。

使用要求 由于食品添加剂不是天然食品的正常成分，有时虽然加入的量对人不起毒性反应，但长期少量摄入可能存在着潜在的危害。随着食品安全性评价方法的改进和对食品添加剂的日益严格要求，其评价常有变动。有些原来认为无害的近年来发现尚存在有慢性毒性、致畸性、致癌性和诱变性等潜在危害；有的认为有害的，经过实验又证明无害，如一些国家使用了多年的人工甜味剂环己氨基磺酸盐曾报道有致癌、致畸作用，遭到禁用，经过近年深入研究，认为无害，故又恢复使用。为了确保食用安全，对食品添加剂提出了如下使用要求：①经过毒理学安全性评价，证明不含有毒杂质，对食品中营养成分无破坏作用，在人体内分解或与食品作用时不形成对人有害的物质，在使用限度范围内对人无害。②进入人体后，能参加人体正常的物质代谢，或经解毒后可全部排出体外。③在达到一定加工目的后，能在以后的加工烹调过程中破坏或消失。④使用量应达到加工目的的最小量。

食品添加剂的卫生管理 ①为了加强管理，防止污染，必须按照《食品卫生法》进行管理，保证食品添加剂质量。②凡食品添加剂用量稍大就显示不良反应者，应尽可能不用或少用，必须使用时，应当严格控制使用范围和用量，并积极发掘和总结中国民间使用的无毒天然食品添加剂。③生产食品添加剂的工厂，须经所在地省、市主管部门、卫生部门及其他有关部门共同审批，按规定的质量标准进行生产，并逐批检验产品。商业部门加强验收，卫生部门和工商行政管理部门加强督促检查。未经批准的单位，不得生产食品添加剂。对不符合质量标准的添加剂，禁止出厂销售和使用。④不得以掩盖食品腐败变质或伪造为目的而使用食品添加剂。⑤婴儿代乳食品不得使用色素、香精和糖精。⑥从国外进口食品添加剂和使用了添加剂的食品要加强口岸的检验工作，经过港口卫生部门鉴定合格后方能使用和食用。⑦出口食品使用的食品添加剂，可根据双方签订的合同要求安排生产。⑧外转内销使用了不符合中国卫生标准的食品添加剂的食品，由当地有关部门会同卫生部门共同研究处理。

食用色素

食用色素（food color）是加入食品中以增强或改善食品色泽，提高食品感官质量的化学物质。

天然食用色素 天然食用色素是直接来自动植物组织的色素。除藤黄有剧毒不许使用外，其余对人体健康一般无害。中国容许使用并制定了国家标准的天然食用色素共有20种。例如：

姜黄素 姜黄素是多年生姜黄（或称郁金）的根、茎中所含的主要成分，纯姜黄素为黄色结晶性粉末，着色性强（特别适用于蛋白质食品）。每日容许摄入量（ADI）为0～2.5 mg/kg。姜黄中含有姜黄素约3%，暂订ADI为0—0.1 mg/kg。

虫胶色素 虫胶色素是紫胶虫下寄生植物上所分泌的原胶中的一种色素成分，主要产于中国四川、云南等地。它含有可溶于水的和不溶于水的蒽醌衍生物的两类组分。水溶性的叫做虫胶红酸，经毒性试验证明基本无毒，中国规定最大使用量为0.5 g/kg。

红花黄色素 此色素是红花色素中的一种黄色色素。在pH 2—7范围内皆呈黄色，碱性溶液中则带红色。无毒性。中国规定最大使用量为0.2 g/kg。

叶绿素铜钠盐 本品为叶绿素a和b铜钠盐的混和物，为墨黑色具金属光泽的粉末，有胺样臭味。暂订ADI为0～15 mg/kg，中国规定最大使用量为0.5 g/kg。

红曲米 红曲米是中国传统使用的天然色素。主要供作香肠、腐乳的着色。红曲色素有红色、黄色和紫色色素各两种，共六种不同组成。实际应用的是两种醇溶性的红色色素，即红斑素和红曲红素。红曲色素对蛋白质的着色良好、耐热、安全。

酱色 即焦糖，呈红褐色或黑褐色的液体或固体，是中国传统使用的天然色素。焦糖本身无毒，近年来报道加铵法生产的焦糖中含有一种具强惊厥作用的4-甲基咪唑可能对人有害。为此，国外规定其含量不得超过200 mg/kg。中国生产的焦糖，不论加铵盐与否，4-甲基咪唑的含量均很低，故规定使用量可按生产需要加入。

β-胡萝卜素 β-胡萝卜素是食品的正常营养成分，不仅无害，而且有益。

辣椒红素 是从辣椒中提取的一种天然红色素，化学上属类胡萝卜素，虽然不能在人体内转变成维生素A，但对人没有毒性。

甜菜红 是甜菜根中提出的一种甜菜红苷。水溶液呈红—红紫色，耐光性较强，酸性时色调易受影响。但对人安全无害，中国容许按正常生产需要量使用。

上述九种天然食用色素，中国规定可用于果味水、果味粉、果子露、汽水、配制酒、糖果、糕点、红绿丝及罐头等。其中红曲米尚可用于熟肉制品及腐乳；酱色可用于罐头、糖果、饮料；辣椒红素可用于罐头；β-胡萝卜素可用

于奶油。由于天然色素一般对人无害,个别还有一定的营养价值,故当前各国都在充分开发。

合成食用色素 合成食用色素系以煤焦油为原料制成,故通称煤焦色素或苯胺色素。多数对人有害,其毒性作用有:一般毒性,致泻性与致癌性。特别是致癌性引人注目,如以往用于人造奶油着色的奶油黄,被证实可以引起肝癌;橙黄SS及碱性槐黄能引起皮下肉瘤、肝癌、肠癌及恶性淋巴瘤等。致癌机制是偶氮化合物在体内分解,形成芳香族氨基化合物,再经活化(即N-羟化和酯化)后,形成终致癌物,与核酸的鸟嘌呤结合就可引起癌变。此外,合成色素在生产过程中尚可以混入铅、砷及其他有毒物质,故对这类色素必须进行严格的卫生管理,规定出容许使用的种类、纯度、规格、用量,使用范围以及生产、鉴定和使用的法规等,并严格执行。

中国容许使用的合成食用色素有:

苋菜红 也称蓝光酸性红。世界上有60个国家将其列为法定食用色素,多年来均被认为是安全性很高的一种色素。但由于几个致畸实验的结果不一致,对其安全性存在疑问,故1973年世界卫生组织(WHO)将其ADI由原来的0—1.5 mg/kg降至0—0.75 mg/kg。1984年世界卫生组织和粮农组织的联合食品法规委员会(FAO/WHO)经过评论,确定苋菜红的ADI为0—0.5 mg/kg。

胭脂红 或称丽春红。经动物试验证明没有致癌和致畸性。暂订ADI为0—0.125 mg/kg。

柠檬黄 又称肼黄,为各国广泛使用。经较深入和长期的动物试验,证明其安全性很高。ADI为0—7.5 mg/kg。

日落黄 为安全性较高的食用色素。ADI为0—5 mg/kg。

靛蓝 也称酸性靛蓝或磺化靛蓝,是世界各国广泛使用的食用色素。ADI为0—0.25 mg/kg。

亮蓝 属三苯代甲烷衍生物。1970年FAO/WHO重新作了卫生学评价,认为是比较安全的食用色素。ADI为0—12.5 mg/kg。

中国对这六种合成食用色素规定的最大使用量:苋菜红、胭脂红均为0.05 mg/kg,柠檬黄、日落黄、靛蓝均为0.1 g/kg,亮蓝为0.025 g/kg。容许使用的食物有:果味水、果味粉、果子露、汽水、配制酒、糖果、糕点(标花)、红绿丝、罐头等。

合成食用色素的卫生管理有以下几个方面:

(1) 规定使用品种及最大使用剂量:中国1986年9月发布的《食品添加剂使用卫生标准》中规定只能使用20种天然食用色素和8种合成食用色素,并规定了最大使用量,应予严格执行。

(2) 规定使用的食品范围:原则上尽量少用或不用合成食用色素。对下列食品不得使用合成食用色素:肉类及其加工品、鱼类及其加工品、水果及其制品、调味品、婴幼儿食品、饼干及糕点(但可用在糕点上标花)。

(3) 规定合成食用色素的质量和生产的卫生要求:在合成食用色素的卫生管理中,除对色素的种类,用量和使用范围作了规定外,一般还规定了合成食用色素的纯度不得低于85%—99%;砷含量应<1mg/kg,铅含量<10 mg/kg,铜含量<30 mg/kg;色素中的中间体和有毒副产物应尽可能降到最低程度,例如色素中苯酚含量不应超过20—50 mg/kg,苯胺不应超过30—40 mg/kg;此外,色素中的挥发物在135℃下不应超过10%,水不溶物不超过0.2%—0.5%,乙醚抽出物不超过0.1%—0.5%,氯化钠和硫酸钠不超过5%,各种氯化物不超过1%。中国规定生产合成食用色素必须严格遵守操作规程,产品要保证纯度,质量应符合标准,生产工厂或车间必须经主管部门批准。商品应标明"食用色素"字样和色素名称、生产企业单位、批量和生产日期。

抗氧化剂

抗氧化剂(antioxidant)是防止食品中脂肪在贮存期间通过氧化作用导致食品变质的添加剂。食品的这种氧化变化称为哈喇。防止油脂哈喇,关键是制止脂肪自身氧化。此外,脂肪氧化还可使食品褪色、褐变和维生素遭到破坏。抗氧化剂的抗氧化作用有三种类型:①由于本身比油脂更易氧化,能使空气中的氧首先与抗氧化剂结合,从而保护了油脂。②可使油脂氧化过程中产生的水合过氧化物分解,即可阻止醛、酮或醛酸、酮酸等的产生。③与产生的过氧化物结合,防止其反应过程继续进行。

中国容许使用的合成抗氧化剂 中国容许使用并制定有国家卫生标准的合成抗氧化剂有:丁基羟基茴香醚(BHA)、二丁基羟基甲苯(BHT)和没食子酸丙酯(PG)。以上三种抗氧化剂的毒性都很小,较为安全。但近年来对BHA及BHT的安全性提出了疑问,并在深入研究中。1984年世界卫生组织和粮农组织的联合食品法规委员会(FAO/WHO)决议在未得出进一步实验结果前不改变已制定的每日容许摄入量(ADI),两者均为0—0.5mg/kg。中国规定可使用的食品有:油脂、油炸食品、干鱼制品、饼干、速煮面、速煮米、干制食品、罐头等。最大使用量(均以脂肪计)BHA和BHT均为0.2 g/kg,PG为0.1 g/kg。同时还规定BHA与BHT混合使用时总量不得超过0.2 g/kg。三种抗氧化剂混合使用时BHA和BHT总量不得超过0.1 g/kg,PG不得超过0.05 g/kg。

其他较安全的合成抗氧化剂 常用的有:

愈创树脂 其有效成分为α和β愈创树脂酸,对机体无害。可用于油脂、黄油及含油较高的糕点中。最大使用量为1 g/kg,ADI为0—2.5 mg/kg。

去甲基二氢愈创酸 容许使用食品同上。最大使用量0.1 g/kg。

L-盐酸半胱氨酸 可用于面包、天然果汁,因其为

食品的天然成分，故用量不限。

维生素抗氧化剂　这类抗氧化剂最为安全。例如植物油中的生育醇（维生素E）可以作为奶脂的抗氧化剂。抗坏血酸（维生素C）不但能防止脂肪的自身氧化，还能保护脂肪中的维生素A及维生素E，故常用作奶粉、蛋粉及黄油等食品的抗氧化剂。

天然抗氧化物　许多天然香料都有抗氧化作用，如丁香、花椒、姜和桂皮等。在猪油中加入0.2%的丁香可增强其抗氧化能力。大豆油、大豆粉、米糠和玉米粉中含有维生素E，也有相当强的抗氧化作用。

鲜味剂

鲜味剂也叫风味增强剂（flavor enhancer），是指可以增强食品风味的物质。中国现在普遍使用的是味精（即谷氨酸钠），其次是5′-肌苷酸和5′-乌苷酸，但多与味精合用。

谷氨酸钠　俗称味精，中国使用很广泛。分子式$C_5H_8O_4NNa \cdot H_2O$，分子量187.13。为无色至白色、无臭并具有特殊鲜味的结晶或粉末。易溶于水。不吸湿，对光稳定。碱性条件鲜味下降。在酸性条件下会有变化，宜在临食用前加入，增鲜效果较好。一般情况下无毒性问题。每日每千克体重的容许量为120 mg，但不宜在婴儿食品中使用。

5′-肌苷酸钠　也叫肌苷酸二钠。分子式为$C_{10}H_{11}O_8N_4Na_2P \cdot 7\frac{1}{2}H_2O$，分子量为527.20。为白色粉末或结晶颗粒，无臭，有强烈的鲜味。易溶于水，稍有吸湿性，但不潮解。对热稳定，100℃加热1 h不分解。一般用作汤汁或烹调时调味。中国以2%—3%掺入味精，可增强鲜味约5倍，市销商品名为特鲜味精。但本品可被食品中存在的磷酸酯酶分解而失去作用。所幸磷酸酯酶一般约80℃即失去活性，只要食品经过85℃以上热处理，再加入本品鲜味即可保存。本品安全性高，因而不需制定每日容许摄入量（ADI）。

酶制剂

酶（enzyme）是生物体的一种生物催化剂，其作用的特点是：①反应条件温和（常温、常压、酸碱度不太强等）。②特异性强。③催化效力高（比无机催化剂的效力高10—1 000万倍）。④属一般性化学物质，对人体安全。因此，酶制剂在食品工业上已得到日益广泛的应用。目前酶制剂还不是纯品，往往混有残存的原料、中间体、无机盐、稀释剂或安定剂等物质；若是来自微生物的酶制剂，可能带有微生物毒素和抗生素；有的酶制剂还可能有致敏作用，故应予以足够重视。对酶制剂的卫生要求是：①对用作酶制剂的菌种应予严格鉴定，决不能混有致病菌和可能产生毒素的菌种。②只能使用有一定规格的、食品工业专用的酶制剂，不能任意选用普通工业用产品。③来自植物的非可食部分的酶，应该经过毒性鉴定。④由不熟悉的非致病微生物得来的酶，应进行更广泛的毒性鉴定。⑤在食品生产中避免使用与临床治疗用抗原性相似的酶类。⑥由于作为食品的动物组织和由植物的可食部分得来的酶本身就是食品（如来自小牛、羊的凝乳酶，来自麦芽的淀粉酶），因而是安全的。由在正常食品生产中使用的或作为传统食品成分的微生物得来的酶，如来自酵母属、乳酸杆菌属、乳酸链球菌属和黑曲菌属的酶和由枯草杆菌得来的酶制剂一般认为是安全的。

甜味剂

甜味剂（sweetner）是一些具有甜味但无营养价值的非食品类化学物质（广义的甜味剂还包括食品本身，如蔗糖、麦芽糖等）。常用的甜味剂有以下几种。

糖精　是世界各国广泛使用的合成甜味剂。化学名称为邻磺酰苯甲酰亚胺，为无色到白色结晶性粉末。其甜度为蔗糖的300—500倍，使用量太大时有金属苦味。由于糖精在水中的溶解度低，目前多使用其钠盐。一般认为糖精在体内不能被利用，大部分从尿中排出，不损害机体功能，也不改变体内酶系统的活性和影响维生素的利用。中国动物实验用每千克体重200 mg糖精喂小白鼠三代，及用含糖精1%、5%的饲料喂大鼠2年，均未出现任何不良现象。全世界广泛使用糖精已数十年，也未发现对人体有毒害作用。世界卫生组织和粮农组织的联合食品法规委员会（FAO/WHO）规定糖精的每日容许摄入量ADI为0.5 mg/kg，在膳食治疗中可为5—10 mg/kg。中国卫生标准中规定糖精钠可使用于酱菜类、调味酱汁、浓缩果汁、蜜饯类、配制酒、冷饮类、糕点、饼干及面包，最大使用量为0.15 g/kg；盐汽水最大使用量为0.08 g/kg；婴儿代乳食品不得使用糖精。

甘草　甘草不仅是中国最常用的一种药物，同时也是其民间传统生产干果类的一种天然甜味剂和调味料。甘草的甜味成分是甘草酸，它的二钠盐和三钠盐为白色至淡黄色粉末，味极甜，甜度约为蔗糖的200倍，加水稀释400倍仍有甜味。易溶于水，不溶于无水乙醇及脂肪溶剂。经动物毒性试验证明完全无毒，中国容许在罐头及调味料中使用甘草，用量按正常生产的需要。

二肽衍生物　如天门冬酰苯丙氨酸甲酯，又名甜味素，其甜度约为蔗糖的100—200倍，食用后在体内分解成为相应的氨基酸。1974年美国食品与药物管理局（FDA）正式批准其作为甜味剂和胺姆糖的调味剂使用。

甜叶菊糖苷　是从巴拉圭的甜叶菊叶中提出来的一种含二萜烯的糖苷，甜度约为蔗糖的300倍。目前中国已引进栽培，并提取成功，证明无毒，可按生产需要加入饮料和糕点中。

二氢查耳酮类　橘类的黄烷酮糖苷中存在两种二氢

查耳酮，即橙皮苷二氢查耳酮和柚苷二氢查耳酮。甜度分别为糖精的7～10倍和3～5倍，均微溶于水，属低热能甜味剂，尚未发现毒性。目前中国尚未批准使用。

木糖醇　是由木糖氢化形成的一种五碳多元醇，存在于天然食物中，甜度近似蔗糖。机体可由葡糖醛酸合成木酮糖，其正常代谢产物为木糖醇，对机体无害。目前已有很多国家用作肠外营养和糖尿病病人的甜味剂，美国FDA批准可有限制地掺入口香糖、果酱、水果冻中。中国尚未批准使用。

非洲竹芋甜素　系从苏丹一种草本植物非洲竹芋果实中提出的蛋白质甜味剂，甜味约为蔗糖的200倍，无毒害，日本容许用于各种食品。此甜味剂优点是甜度高，热量低，可防龋齿，与味精、核苷酸合用，可以增强鲜味。中国尚无此产品。

S—50　日本利用中国广西生产的罗汉果提制出的新型甜味剂，已有商品供应，甜度为蔗糖的3 000倍。中国尚无此产品。

防腐剂

防腐剂(preservative)是防止食品由于微生物污染繁殖而引起食品腐败的化学物质。中国目前容许使用并制定有国家卫生标准的防腐剂有：苯甲酸及其钠盐，山梨酸及其钾盐和二氧化硫。

苯甲酸及其钠盐　苯甲酸又名安息香酸($C_6H_5 \cdot COOH$)，为白色有丝光的鳞片或针状结晶。由于苯甲酸在水中溶解度较低，故多使用其钠盐。苯甲酸钠($C_6H_5 \cdot COONa$)为白色结晶，易溶于水及酒精。在酸性环境中，苯甲酸对多种微生物有抑制作用，尤在pH 3时抑制作用较强，但对产酸菌作用较弱；在pH 5.5以上时对许多霉菌及酵母菌的效果也较差；一般pH以4.5—5.0为宜，此时可抑菌的最低浓度为0.05%—0.1%。苯甲酸抑菌的机制是其分子能抑制微生物细胞呼吸酶系统的活性，特别是对乙酰辅酶A缩合反应具有强的抑制作用。苯甲酸进入机体后，大部分在9—15 h内与甘氨酸结合形成马尿酸，或与葡糖醛酸结合形成葡糖苷酸，并全部从尿中排出体外。苯甲酸不在体内蓄积，是已知防腐剂中比较安全的一种。大鼠的最大无作用剂量为每千克体重500 mg。每日容许摄入量(ADI)为0—5 mg/kg(以苯甲酸计)。中国规定的最大使用量(g/kg)：酱油、醋、果汁类、果酱类、果子露、罐头为1，葡萄酒、果子酒为0.8，汽水、汽酒为0.2，果汁汽水为0.4，低盐酱菜、面酱类、蜜饯类、山楂糕、果味露为0.5；苯甲酸和苯甲酸钠同时使用时，以苯甲酸计，不得超过最大使用量。

山梨酸及其钾盐　山梨酸又名花楸酸($CH_3CH=CHCH=CHCOOH$)，为无色、无臭针状或粉末状结晶，易溶于酒精，但在水中溶解度较低，故多使用其钾盐。山梨酸对霉菌、酵母和好气性细菌均有抑制作用，但对厌气性芽孢杆菌及嗜乳酸杆菌几乎无效。山梨酸属于酸型防腐剂，防腐效果随pH值的升高而降低；适宜pH为5—6。其抑菌机制是与微生物酶系统的巯基结合，使许多重要酶系统失活，从而达到抑菌的目的。山梨酸是一种不饱和脂肪酸，在体内可直接参加正常的脂肪酸代谢，最后被氧化为二氧化碳和水，几乎没有毒性。ADI为0—25 mg/kg(以山梨酸计)。中国规定的最大使用量(g/kg)：酱油、醋、果酱类、人造奶油为1.0，低盐酱菜、面酱类、蜜饯类、山楂糕、果味露、罐头为0.5，果汁类、果子露、葡萄酒、果酒为0.6，汽酒、汽水为0.2。

二氧化硫　中国主要用于葡萄酒，最大使用量为0.25 g/kg，残留量不得超过0.05 g/kg。

其他国家常用，中国仅近年开始使用的防腐剂还有：

对羟基苯甲酸酯类　对羟基苯甲酸酯类是苯甲酸的衍生物。有羟基苯甲酸乙酯、羟基苯甲酸丙酯、羟基苯甲酸丁酯三种，对细菌、霉菌及酵母菌有广泛的抑制作用，但对革兰阴性杆菌及乳酸菌作用稍弱。其烷链越长，抑菌作用越强。对羟基苯甲酸酯类抑菌作用一般比苯甲酸强。因为是酯类，所以受pH影响较小。摄入体内后代谢途径与苯甲酸基本相同，毒性很低。许多国家容许使用其甲酯、乙酯及丙酯，中国容许使用乙酯及丙酯，日本还容许用异丙酯及异丁酯。ADI为0—10 mg/kg(以对羟基苯甲酸酯类的总量计)。

丙酸及其钠盐、钙盐　丙酸及其盐类抑菌作用较弱，但对霉菌、需氧芽孢杆菌及革兰阴性杆菌有效；特别是对枯草杆菌等抑菌效果较好。最小抑菌浓度pH 5.0时为0.01%，pH 6.5时为0.5%。丙酸可认为是食品的正常成分，也是人体代谢的正常中间产物，故无毒性，ADI不限制。多用以防霉。日本规定最大使用量为5 g/kg以下。

乳酸链球菌素　是乳酸链球菌属微生物的代谢产物，可用乳酸链球菌发酵提取制备。在乳酸和发酵蔬菜中有少量天然品存在。乳酸链球菌素是一种由氨基酸组成的类似蛋白质的物质，能在人消化道中为蛋白水解酶所降解，比较安全。乳酸链球菌素对肉毒梭状芽孢杆菌和其他厌氧芽孢菌有强抑制作用。也能抑制酪酸杆菌，故用于防止腐败。当与山梨酸联合使用可发挥广谱抑菌作用。ADI为0—33 mg/kg。中国尚未使用。

食用香料香精

食用香料(spice)是具有挥发性的香味物质。按来源不同，可分为天然食用香料和合成食用香料。天然食用香料含有复杂的成分，不是单一的化合物，分动物性和植物性两大类。食品生产中主要用的是植物性食用香料。天然食用香料因制取方法不同，可得到不同形态的产物，如精油、浸膏、酊剂等。合成食用香料一般为单一化合物，如甲酸乙酯、乙酸乙酯、丙酸异丁酯等。

采用一些安全性高的香料和稀释剂等调合而成，并

用于食品的香精叫做食用香精(flavouring essence)。目前使用最广的是橘子、柠檬、香蕉、波罗、杨梅等果香型香精。

香料和香精这两个名词是食品化工工业上专用的名词。中国民间烹调食物中常用的八角茴香、花椒、姜、胡椒、薄荷、橙皮等也曾叫作香料,但不符合国际上的习惯称呼。为了不混淆,故将这些物质统一叫作调味料或香辛料。

食用香料 根据中国1986年颁布的《食品添加剂使用卫生标准》中规定,分为以下两大类.

容许使用的食用香料 共有378种,其中:

(1) 天然食用香料:有121种。

(2) 合成食用香料:有257种。

暂时容许使用的食用香料 共有118种。

食用香精 可分为三大类。

水溶性食用香精 系经蒸馏,用乙醇、丙二醇或甘油为稀释剂调合各种香料而成的水溶性香精。食用香精由于食品加工需要、群众心理、原料来源、生产工艺和调香技术的不同,配方千变万化,以致同一名称的香精可以有许多不同的配方。一般用冷法去萜制得的水溶性食用香精溶解度好、较稳定、香气浓厚,多用于要求呈澄明状态的加香饮料。

油溶性食用香精 系用精炼植物油、甘油或丙二醇等作稀释剂调合各种香料而成的油溶性香精。这类香精多呈透明的油状液体,按色泽、香气、香味与澄清度等分为各种型号,多用于焙烤和糖果等食品的生产中添加。

其他食用香精 主要有三种。

(1) 果香基香精:是一种只含香料的香基香精,没有稀释剂,于使用前才加入不同稀释剂配成油溶性或水溶性香精。它可节约容器和运费,使用比较灵活。

(2) 乳化香精:是以蒸馏水在适宜的乳化剂作用下调合而成的香精。因乳化可抑制挥发,节约乙醇,故成本低。

(3) 粉末香精:使用赋形剂,通过乳化、喷雾、干燥等工序制成。因赋形剂形成薄膜包住香精,可防止氧化或挥发损失,贮运也较方便,特别适用于憎水性的粉状食品的加香。

由许多种香料调配而成的香精,在食品中广泛应用,但用量很少。有的香料有毒性,如由黄樟和桉叶提出的天然香料中含有致癌物质黄樟素,并普遍存在于调味料如肉豆蔻、桂皮、茴香等物质中。因含量很少,人吃的量就更少,故不致危害人体健康。WHO经研究也认为在食品中应用可以不加限制。尽管如此,中国仍作了许多严格规定,以保安全。

漂白剂

漂白剂(bleaching agent)是一类能破坏或抑制食品的发色基团,使食品褪色或使食品免于褐变的物质。中国实际使用的主要是亚硫酸及其盐类。

亚硫酸 中国自古以来生产笋干和白木耳是利用硫磺燃烧时产生的二氧化硫的漂白作用(二氧化硫遇水形成的亚硫酸亦有这种作用)。在制造蜜饯、果脯、蜜枣和果干时,常用亚硫酸处理,还可保持产品的色泽鲜艳。亚硫酸及其盐有抑菌作用,对细菌和霉菌作用较强,对酵母菌作用较弱;在酸性食品中抑菌效果较好。故中国多用来保藏水果半成品,如处理鲜荔枝、波罗肉、波罗汁等。亚硫酸的防腐、漂白、保色作用都是由于其强还原作用所致,因其可阻断微生物的正常生理氧化过程,故能抑菌和抑制植物组织中氧化酶的活性,避免植物性食品颜色改变和维生素C损失,也能使有些食品色素还原为无色产物而发挥其漂白作用。

亚硫酸在加热过程中大部分以二氧化硫形式挥发散失,残留量较少。残留的少量亚硫酸以亚硫酸盐形式随食品进入人体,被代谢成硫酸盐,通过解毒过程由尿液排出体外。亚硫酸不适用于鱼、肉等动物性食品,因加工过程中即使将亚硫酸驱除,食品中仍然留有不愉快的味道,并可掩盖鱼、肉腐败变质的倾向。亚硫酸还可以破坏鱼、肉中的硫胺素。

亚硫酸盐 有亚硫酸钠、低亚硫酸钠、焦亚硫酸钠等。在人体内均与亚硫酸代谢途径基本相似,毒性很小,但用量过多可破坏食品中硫胺素。国家卫生标准规定:亚硫酸钠、低亚硫酸钠、焦亚硫酸钠可用于蜜饯类、罐头、饼干、葡萄糖、食糖、冰糖、饴糖、糖果及液体葡萄糖等食品的漂白,最大使用量分别为0.6、0.4、0.45 g/kg

酸味剂

酸味剂(food acids)是加入食品中以增加食品酸味的化学物质。常用的酸味剂有柠檬酸、乳酸、酒石酸、苹果酸、偏酒石酸、醋酸及磷酸等。因均能参加体内正常代谢,一般用量对人无害,故不限制用量,但应注意这些食用酸的纯度,要求其中含砷量不能超过1.4 mg/kg。生产这些酸味剂所使用的盐酸、硫酸等原料必须纯度较高,并保证不使成品中含游离无机酸。中国容许在果酱类、饮料、罐头、糖果中使用柠檬酸、乳酸、苹果酸及酒石酸,在罐头中使用偏酒石酸,在调味料及罐头中使用醋酸.

发色剂

发色剂(food couplers)是一类在食品加工过程中适量添加,使食品形成一定色泽者的化学物质。中国常用的发色剂有硝酸钠和亚硝酸钠,加入肉制品中可使肉色鲜红。作用机制是硝酸盐先被亚硝酸菌作用还原为亚硝酸盐;亚硝酸盐与肌肉中的乳酸作用,产生游离的亚硝酸;亚硝酸不稳定,分解产生NO;NO与肌红蛋白结合形成对热稳定的亚硝基肌红蛋白。反应式为:

(1) $NO_3^- \xrightarrow{\text{亚硝基化菌}} NO_2^-$

(2) $NO_2^- + CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH \longrightarrow HNO_2 + CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOO^-$

(3) $3HNO_2 \longrightarrow H^+ + NO_3^- + 2NO + H_2O$

(4) Mb+NO⟶MbNO(亚硝基肌红蛋白,鲜红色)

亚硝酸盐在肉制品中尚有抑菌作用,如对梭状芽孢杆菌等的抑制,故在肉制品的保藏过程中具有防腐作用。但硝酸盐在食品中被还原成亚硝酸盐,当人体大量摄取时,可使血红蛋白变成高铁血红蛋白,失去输氧能力,引起肠原性青紫症,故不论硝酸盐或亚硝酸盐加入食品过多,均可能引起这类中毒事故。中国卫生标准中规定硝酸钠和亚硝酸钠只能用于肉类罐头和肉类制品,最大使用量分别为0.5及0.05 g/kg;残留量以亚硝酸钠计,肉罐头不得超过0.05 g/kg,肉制品不得超过0.03 g/kg 值得注意的是亚硝酸盐是自然界形成亚硝胺的前体,而亚硝胺是已经确定了的致癌物质,故更应在食品中严格限量。每日容许摄入量(ADI)为0—0.2 mg/kg(以亚硝酸钠计)。

化妆品和日用品

为了保护皮肤和毛发,保持口腔卫生和仪容整洁,常使用一些对人体基本无害的化学物,包括化妆品(cosmetics)和日用品(daily necessities)。

分类 化妆品和日用品按用途可分三大类:①用于皮肤的各种洗涤料(香皂、清洁用霜)和化妆美容品。②用于毛发的各种洗发剂、整发剂(发油、发膏、发蜡和烫发用剂)、染发剂、脱毛剂和剃须用品。③各种牙粉、牙膏和漱口剂等。此外,尚有合成洗衣粉和蚊香等。

组成 以下分别就化妆品和日用品的原料组成作一剖析。

化妆品 以油性物质或无机粉末为基质,根据不同需要使用适量的添加剂,包括表面活性剂、着色剂、香料、抗氧化剂、防腐剂、粘附剂(水溶性高分子物质)、保湿剂、紫外线吸收剂以及因特殊需要所添加的药品等。化妆品中的基质有以下两种:

(1) 油性物质:多为石油经精炼和加工而得的一些饱和烃类化合物或高级醇、高级脂肪酸的酯类和矿物性油脂。也可采用动植物油,如椰子油、橄榄油、茶油、羊毛脂、蜂蜡和鲸油等。

(2) 无机粉末:多采用滑石粉、陶土、氧化锌、二氧化钛、碳酸钙和磷酸氢钙等

各种添加剂如下:

(1) 表面活性剂:具有使基质乳化以及保湿、杀菌、润滑、消泡等作用,可分为阴离子型(高级脂肪酸钠等)、阳离子型(烷基三甲胺氯化物等)、二甲胺乙内酯结构的两性型和非离子型(聚氧化乙烯等)。

(2) 化妆用着色剂:大多数是有机合成色素,以偶氮类染料为主。有的染料经动物实验证实可致癌 因此口红、牙膏和眼部美容品禁用该类色料,而采用天然的植物性(胭脂红、红花和叶绿素)和矿物性(氧化铁、群青、炭黑)色料。染发剂品种复杂。无机性染发剂有的先以金属类化合物(银、铜、铅、镉、铬)沾染毛发,再与硫化物(硫化铵、硫化钠)作用;亦有以碱和铅(醋酸铅、碳酸铅)起作用,产生的含硫金属沉着于毛发上,经温水洗涤和烘干而染色。使用最早的有机性染发剂是植物性色素,以后以苯胺类化合物替代,后者可经皮肤吸收,对动物有诱变作用。流行病学调查证实,乳房癌以及理发师和整容师中的生殖系统癌发病率有所增加,可能与长期使用染发剂有关。

(3) 香料:有天然的和合成的两类。天然香料(玫瑰、丁香)价格昂贵,供应有限。目前主要使用有机合成香料,有醇类(如沉香醇)、醛类(如柠檬醛)、酮类(如苯乙酮)、酚和酚醚类(如茴香脑)、酯类(如香豆素)、氮化合物(如麝香酮)和酰胺化合物(如吲哚)等。

(4) 其他添加剂:丙基没食子酸类抗氧化剂和苯甲酸钠、水杨酸钠、硼酸和间苯二酚等防霉杀菌剂,适量时可防止化妆品氧化变质,毒性和刺激作用较低。黄芪胶、聚乙烯醇和纤维素衍生物等水溶性高分子化合物可用作粘附剂,调整化妆品的粘度,无毒性。乙醇常用作稀释剂。甘油、丙二醇、丁二醇或乳酸钠等为保湿剂,可减少水分蒸发。一些苯并呋喃类、对氨基苯甲酸类、羧基苯酮类等紫外线吸收剂,具有防晒和降低香料引起的光致敏作用。有的化妆品内尚含适量维生素、收敛剂(硫酸铝、氧化铝)和抗组胺剂等类药物。脱发剂中主要成分是含钙、钡、锶等碱金属的硫化物。有的洗发剂或烫发剂中添加硫甘醇钠或半胱氨酸盐。

日用品 下面是肥皂、合成洗衣粉和蚊香的原料组成。

(1) 肥皂:是高级脂肪酸酯的总称。主要原料是天然动植物油脂(多种甘油三酯混合组成)和苛性碱。辅助原料有香料、着色剂、药物和食盐等。在浴皂中常加入硼酸,药皂中加入酚或甲酚作为消毒剂。填充料为碳酸钠等。

(2) 合成洗衣粉:是一种以无害表面活性(洗涤)剂为主要组分的混合物,常用的主要是烷基硫酸盐、烷基磺酸盐、烷基芳香基磺酸盐等阴离子表面活性(洗涤)剂。一般洗衣粉中含合成洗涤剂10%—50%,其余均为助洗剂(碳酸钠、磷酸钠、硅酸钠、四偏磷酸钠)、羧甲基纤维素、填充剂(硫酸钠)和微量荧光增白剂。

(3) 蚊香:主要有效杀虫成分是除虫菊(占

1.2%—3.6%)，绝大部分为辅助剂，如木粉及少量颜料(盐基绿)和柏木油。蚊香中不含有六六六。除虫菊有天然和合成两类，毒性均低。

对人体的影响 化妆品和日用品的原料大多数是无毒或微毒类、无刺激和无致敏作用的物质，但原料组成或使用不当可能造成损害，主要是皮肤受损

(1) 演员化妆用的油彩：一般由油基(55%—85%)、填料(30%—40%)、颜料(10%—30%)和香料(微量)四部分组成。如果油性物质选用不当，颜料含杂质过多或精制提纯方法不妥，以及上卸妆用品(打底油)质劣或上卸妆操作方法不当(如肥皂碱性太强)等，均可引起皮肤损害，即油彩性皮炎。一般停用数天后即可自愈。

(2) 着色剂：特别是偶氮类有机合成色素，往往是皮肤过敏原。过敏性与偶氮化合物本身、氨基化合物和络合金属等因素有关。皮肤对单偶氮色料的反应较轻，对含磺化基与羟基的偶氮色料的反应较重。染发剂中含对苯二胺和硝酸银，前者氧化时，氧化产物可有致敏作用，产生过敏性皮炎；若不慎溅入眼内可致结膜炎或睑浮肿；误服可产生肾损害。后者对皮肤、粘膜具有刺激作用和轻度腐蚀作用。

(3) 香料：是一类光敏性物质。油彩中含一定的香料，演员化妆后，在舞台(或摄影棚)镝灯(波长 290—420 nm)照射下可发生光敏性皮炎。又如香料中的苯乙酮可引起皮肤刺激症状。长时间接触合成香料，如茴香脑等，对动物可能有致癌作用。

(4) 防霉杀菌剂：如含间苯二酚、苯酚或甲酚用量过多，可引起皮肤刺激作用；误服可发生高铁血红蛋白血症。故用量一般应控制在 0.1%以下。

(5) 收敛剂：其中的可溶性铝化合物对皮肤和粘膜具有刺激性。连续长期使用含硼酸钠量过高的洗剂，可使个别人秃发。

(6) 含氟牙膏：使用含氟化钠的牙膏者，其尿氟量可有不同程度的增高。

预防 为了防止使用各类化妆品可能引起皮肤损害，原料应经过精制提纯，去除杂质和有害物质，使其符合各类化妆品所规定的要求。如着色剂应达产品级规格：无机着色剂中铅、砷和汞分别不能超过 20、3 和 3 ppm；有机着色剂需提纯至用薄层析法不能检出杂质为止。每 100 ml稀释剂中甲醇量不应超过 0.2 ml。有的原料应参照药品规格所列的各项规定。选用植物油作油基时应防止氧化发酵变质。

新的原料和产品，在正式生产或使用前，应对其毒性进行全面的安全评价。要求有两种以上的动物经口和经皮肤急性或亚急性实验(包括皮肤致敏和眼刺激作用实验)以及人体皮肤斑贴试验。必要时进行致癌、诱变和致畸实验。

此外，应注意化妆品的包装材料及成品的贮存期限，以防化妆品污染或变质。

饮料

饮料(beverage)是经过加工制造供饮用的液体，供给人体的主要是水。水虽然不是人体需要的营养物质，但在人体的物质代谢过程中有着重要的作用。

按中国的习惯，饮料根据含有酒精的情况分为不含酒精饮料和含酒精饮料。

不含酒精饮料 可分为下述三类。

具兴奋性成分的饮料 常见的有茶和咖啡。

(1) 茶：是中国的传统饮料，长江流域及长江以南地区种植很多。因品种、产地及制作方法不同，有红茶、绿茶之分，但其共同特点是含有茶素、咖啡因、鞣酸、某些无机盐和维生素等成分，具有兴奋精神、帮助消化、供给少量营养素的功效。由于中国饮茶多用开水冲泡，可以免除微生物的污染，故是一种值得提倡的好饮料。有的地区为了保证茶叶的商品质量，有时在生长期间喷洒某种农药，个别的茶叶会有农药残留问题，应予以注意。

(2) 咖啡：中国仅在海南、两广及云南南部地区有种植，产量不多，部分依赖进口。主要成分为咖啡因，具有兴奋神经中枢的作用，为嗜好品，特别受到脑力劳动者的喜爱。过去多用焙制粉剂煮汁服用，现在较普遍使用冲剂。不论用煮汁或开水冲服，卫生上是有保证的。惟咖啡不宜多饮，否则会导致不能入眠，对生长发育期的儿童尤为如此，应予限量。儿童还可能因饮用咖啡过量导致多动症出现

清凉饮料 常见的有汽水、果汁和果味水。

(1) 汽水：多以砂滤水或矿泉水配以有机酸、糖及糖精、香精等成分，并充以二氧化碳而成，多冷藏后饮用。汽水入胃后，释放出二氧化碳，使人有清凉感觉。卫生质量主要取决于水质的优劣，特别是细菌及化学指标应符合饮用水标准，其次是添加剂应为食品专用级，并规定其贮藏条件及饮用期限。

(2) 果汁：中国饮用较多的是橘子汁、甘蔗汁、广柑汁等。因果汁中除有大量的水外，还含有较多的无机盐、维生素、有机酸、芳香物质及碳水化物，有较好的营养价值及适口性。因价格较贵，目前饮用还不普遍。

(3) 果味水：是用饮用水、香料(精)、色素、有机酸及糖精等成分配制而成。因为这种饮料的生产工艺简易、饮用的人多，是当前特别是夏秋季节食品卫生管理的重点。主要应控制其水质、食品添加剂质量、销售条件及期限。

冷饮食品 这类食品虽为固体，但主要成分亦为水，系冰冻成型。

(1) 不含奶蛋的冷饮食品：如棒冰。系以饮用水、淀粉、香料(精)、色素等原料配制，经煮沸、冷冻呈型而成。因价廉而销售面很广。在卫生管理中除控制各种原料的质量外，重点是销售网点的卫生条件、期限及人员的健康检查。

(2) 含奶的清凉饮料：主要指雪糕、冰淇淋等食品。因成分中奶、蛋、糖等营养物质的比重较大，微生物容易孳生繁殖，质量控制不好，容易酿成疾病流行。故对其原料质量、生产条件、成品保存、销售条件及人员健康检查等均提出了较高要求。目前中国大中城市此类食品已很普遍，卫生工作亦应加强管理。

含酒精饮料 指中国民间饮用的酒类。可分为蒸馏酒、发酵酒和配制酒三大类，其共同特点是含有酒精，即乙醇。酒本为嗜好品，现有些酒类已很普及，如啤酒、葡萄酒等，少量饮用尚可，过量则有害。过去中国生产不少酒精含量很高的名酒，如茅台酒、五粮液、泸州大曲等，现在提倡低度酒。

饮酒后，酒精进入胃肠吸收很快，尤在空腹时很易完全吸收。进入人体的酒精在肝脏中氧化解毒，其能力每小时只有10—15 ml，故大量饮酒时易引起中毒，即醉酒(见"酗酒"条)。大量饮酒，尚可抑制营养物质如葡萄糖、氨基酸、叶酸、维生素B_{12}等的肠吸收，引起全身特别是肝脏、心肌、内分泌腺及其他器官营养不良，机体代谢功能显著紊乱，特别是对脑的损害更为严重。据报道，每天饮酒量超过每千克体重1 g的人，肝脏病患病率显著上升。各国统计犯伤害罪的罪犯中有半数是酒后酿成的，故已普遍将酒精中毒列入社会公共卫生问题之一。饮酒利少弊多，故宜戒酒，或少量饮用低度酒。此外，饮酒中还含有多种有害物质，如甲醇(见"醇类"条)、杂醇油醛类、重金属及食品添加剂等。甲醇来自粮谷的糠麸及薯类、水果的果胶。甲醇在人体中分解缓慢，且有蓄积作用，对视神经特别敏感，7—8 ml即可引起视觉失明，30—100 ml可使人致死。故中国规定以薯类为原料的酒，其甲醇含量不许超过37.5μ mol/L(0.12 mg/dl)，谷类酒不许超过12.5μmol/L(0.04 mg/dl)。对酒中其他有害物质也作了相应规定。

镇静剂和成瘾毒品

镇静剂(sedative)是用以产生镇静作用的药物，即能使服用者活动减少、兴奋缓和，并趋于安静。一般剂量下不产生催眠作用，较大剂量时可引起嗜睡状态以致催眠，故又称为镇静催眠药。成瘾毒品(narcotics)是指反覆使用时能产生成瘾，即严重程度的精神依赖性和躯体依赖性的药品或化学物品。药品成瘾不但具有生物学概念，且具有社会性概念(见"药瘾"条)。

分类 广义的成瘾毒品包括镇静剂在内，主要有四类：①非医学应用的高度成瘾性药物：包括麦角酰二乙胺类(LSD)、大麻和海洛因。②医学应用的高度成瘾性药物：包括吗啡及大多数麻醉性镇痛剂、可卡因、苯丙胺类、镇静剂(如戊巴比妥钠或安眠酮)。③医学应用的中度成瘾性药物：包括可待因、阿片樟脑酊、导眠能、异丁巴比妥钠。④医学应用的轻度成瘾性药物：包括苯巴比妥钠、水合氯醛、苯二氮䓬类及其他镇静剂。烟碱、咖啡因及酒精已得到社会认可，属于社会性应用，故未列入上述范畴。

狭义的毒品仅指那些不为社会和法律许可的嗜好品。常见的毒品有阿片类药物、可卡因、苯丙胺类药物、大麻、LSD和巴比妥类药物。

镇静剂有两大类，即巴比妥类和非巴比妥类。前者按作用时间长短分为长效类、中效类、短效类和超短效类；后者包括苯二氮䓬类、水合氯醛、安眠酮、导眠能等。

对人体的危害 镇静剂滥用可导致药物依赖性和耐受性，表现为强迫性用药和药物中毒，停药后产生戒断症状。

镇静剂的滥用 是指不符合医学用途或超出社会文明规范的镇静药物应用。确定药物是否滥用很大程度上取决于人们所处社会的历史和文化背景，有很大的可变性。因此，现常用"药物的非医学应用"取代"滥用"一词。药物的非医学应用有出于对药物效应好奇的试验性用药；有为体验药物所产生的镇静或催眠效应的消遣性用药；有环境条件性用药，即在特定环境条件下用药以寻求消除紧张、焦虑情绪。

药物依赖性 上述不同形式的用药常导致更为加重的用药，即用药次数和(或)药量的增加，从而造成药物依赖性或强迫性用药。这时，即使无医疗适应证，用药者仍然"渴望"或"强迫"使用该药，并以举止来证明该药的效应对维护身体健康是必需的，甚至于不顾所造成的社会或医疗上的不良后果，千方百计地谋求药物。

药物依赖性包括：①情绪(或心理)依赖性：此为最早出现的反应，停药时感到情绪不宁，渴求反覆用药以达到自我满足。②躯体依赖性：是由于反覆用药引起的生理状态的变动，它迫使用药者继续使用该药，以防止戒断症状。

镇静剂的依赖性以巴比妥类药为代表。它与酒精、氯醛、副醛、眠尔通、导眠能、安眠酮、利眠宁、安定等有交叉现象。苯二氮䓬类比巴比妥类安全，成瘾性发生率较低，但如滥用也可发生。

药物耐受性 反覆用药还可引起耐受性，表现为所给药量产生的作用减少，以致于必须加大剂量才能得到与原来剂量相同强度的效应，包括：①处置耐受性：指药物在机体内药代动力学特性发生变化，代谢率提高，使药物在作用部位的浓度降低。②药效耐受性：指药物作用的靶细胞发生了适应性变化，使在相同浓度水平时的效应减弱。③行为耐受性：是由于行为性机制使药物的反应发生改变。巴比妥类药物如果发生耐受现象，其致死量并不增加，因此常在慢性中毒基础上发生急性中毒；苯二氮䓬类各药之间常见交叉耐受性，但急性中毒少见。

镇静剂中毒 慢性中毒多为镇静剂的后遗作用，表现为懒散、退缩、智力减低、发音不全、记忆力差、情绪不稳和基本人格特性加重，常见有易激动、好争吵，乖僻、敌

意、偏执及自杀趋向。严重时出现神经病学体征：语言不清、眼球震颤、复视、斜视、共济失调、辨距障碍、浅反射减弱等。急性中毒几乎全由过量引起，包括昏迷、呼吸循环衰竭以至死亡。苯二氮䓬类安全性高，很少致急性中毒。

戒断症状 镇静药物成瘾后一旦停用，机体出现周身不适、流涎流泪、思睡、腹痛吐泻，重者惊厥或休克。这些症状称为戒断症状，多于 8－36 h内开始，经 8—14 d消退。按症状出现的先后，有阵发性脑电图异常、快动眼相睡眠、反跳性加强、焦虑或失眠、肌肉抽搐、意向性震颤、乏力、头晕、视物变形和恶心。

镇静剂滥用导致依赖性后，病人不择手段寻求药物供应，这既有害于个人也有害于社会。急性中毒可危及生命，慢性中毒导致废用或失业。有成瘾性的母亲所生婴儿也有戒断症状。

成瘾毒品能改变使用者的情绪和情感，以满足其主观需要。长期、反覆给药后可产生依赖性和耐受性，停药后出现戒断症状。

常见成瘾毒品 有以下几种：

阿片类药物 是一类麻醉剂，包括阿片、吗啡、可待因、海洛因和美沙酮等。除了海洛因外，临床上常用来镇痛或去除焦虑等。美沙酮则用于戒毒时控制戒断症状。

吸毒者常采用吸烟、鼻嗅、口服、皮下注射和静脉注射等方法吸服阿片类药品。服后能产生欣快感，接着进入昏昏然忘记周围一切的状态。一次吸服大约可维持 4—6 h。然后会渴望再次服用。持续服用 30 d以上就可能带来药物依赖性及耐受性。耐受性的产生意味着增加剂量才能获得与以上相同的欣快感。不再次服用会出现病态感。

服用后 8 h，如没有再次服用，会出现一系列的戒断症状，如流涕流泪、出汗、烦躁、呼吸急促等。这时寻找药品是唯一的迫切需要。症状在 40 h时达到顶峰，可能会有呕吐、腹泻腹痛、四肢痛和头痛等，加上吸毒者不思饮食会出现脱水症状，体重下降。偶尔有谵妄、躁狂症状，个别的会导致死亡。随后症状会慢慢减轻，至 7—8 d恢复正常。如果能有效控制药源，吸毒的药瘾和耐受性就会消失。海洛因的作用更明显，摆脱药瘾也更困难。

可卡因 为中枢兴奋剂。服用可卡因能使人感到精神饱满，性欲增加。一般不用于临床，药物依赖性不明显，有人说只产生心理上依赖，无耐药性。一般为口服和鼻嗅。可卡因价格昂贵，故大多数使用者是中上层家庭成员。长期服用会引起失眠、焦虑和幻觉。

苯丙胺类药物 是一类合成的兴奋剂，医学上用于抑制食欲、减轻抑郁和多动症。滥用这类药品能使服用者有种异常强壮和活跃之感。上千万美国人曾合法或非法地使用过苯丙胺类药。这类药品具有中等强度的成瘾性和明显的耐受性。剂量从每天 20 mg起，过不了多久，就能耐受每天 1 000 mg。停药时具有戒断症状，滥用者离开本药会有一种日益面临崩溃而无法支持的感觉。长期服用可能会引起精神症状，如幻觉和妄想。

大麻和LSD 两者都具有致幻作用。大麻的使用极为广泛，约有 4 000 万美国人服用，这与该药的成瘾性小有关。有人认为大麻是一种温和的致幻剂，能提高感觉能力和享受食物、音乐和性感的能力，但滥用也会引起妄想和精神病发作、运动和知觉障碍。LSD流行不广，这与它的致幻力强，有时会引起严重的精神病有关，成瘾性不大。

防治 药物（毒品）滥用和成瘾不仅对用药者个人的身心健康带来危害，更严重的是可以给社会带来极大的危害，因此必须严加预防。首先应对那些具有滥用倾向的药物的生产、处方、发药等进行管理和控制；其次要建立完善的滥用潜在力评价方法，对新药进行预测；另外，通过立法和刑事制裁以及社会化宣传教育来“禁毒”。

对于精神症状的治疗，首先应采用心理治疗，其次才使用副作用小的药物。由于苯二氮䓬类药安全度高，不易产生药物依赖，在治疗焦虑和镇静催眠方面应予以首选。

同一药物使用时间不易过长，以免产生药物依赖和耐受。在撤药时不可太快，应逐渐减量，不使发生戒断症状。

药物（毒品）成瘾后，可逐渐减量并使用替代疗法，即使用另一无成瘾性或成瘾性较低的药物（毒品）来替代，以防止或减轻戒断症状。如症状消失，则治疗成功。

社会因素

社会因素(social factor)是指包括社会制度、社会经济和文化水平在内的社会现象。这些因素影响着人们的收入和开支、食品供应和营养状况、居住条件、接受医疗卫生服务与接受科学知识和教育的机会等。随着生物学、免疫学和公共卫生事业的发展，人们积累了大量战胜生物因素所致疾病的手段。占死因谱中主要地位的传染性疾病得到了有效的控制，而与社会因素和与人们个人和（或）社会的行为模式有关的慢性病则成为当今影响人们健康状况、威胁人们生命的主要医学问题。因此人们认识到，医学模式不再是生物医学模式而是生物—社会—心理医学模式了。根据这个模式开展医疗卫生工作，医学界解决医学实际问题的能力推进了一大步。健康和疾病都受到社会因素的制约，尤其是社会经济因素和社会心理因素，了解这一点，将对病因有一更全面的理解。

社会—心理因素

人脑在反映客观事物时所进行的一系列复杂活动（包括以兴奋、抑制、焦虑、恐惧、愤怒、悲伤等为主的心理紧张）的过程不是由单一因素决定，而是由个体的性格素质特点、心理因素、社会因素（受教育程度、文化修养、经济收入、人际关系、工作和生活节奏）等综合作用的结果，

因此经常称为社会—心理因素(socio-psychological factor)。其中不同年龄、职业的人有不同的心理紧张因素,影响着个体的心理活动。心理紧张是人适应环境的一种正常反应,但如强度过大或时间过久,将会使人的心理活动失去平衡,甚至导致神经活动的功能失调,对机体产生不良影响。轻则引起抑郁、焦虑或其他情感性疾病,以至出现心身病(见"心身病"条);重则造成各种精神性疾病的发生。

年龄性社会—心理因素 不同年龄组的人群,由于所处生命周期的生理、心理及社会地位特征不同,可遇到不同的心理紧张因素。如处理不当,则可成为有碍身心健康的不良因素。

儿童少年 除了疾病和外伤,儿童和少年面临着一些诸如行为、情感、家庭教育和智力发育问题,包括学习困难、成绩落后、行为不端和视力不良等。这些都可成为影响儿童少年身心发育的心理因素。在中国,独生子女在家庭的地位愈益特殊化。孩子成为母系及父系双边三代之家的"上子",又缺乏同龄伙伴,多养成骄矜、离群、任性的性格,社会适应能力差,缺乏劳动习惯;有的还学会乱花钱、高消费、吸烟,以至走上犯罪道路。此外,部分年青父母自身文化素质低,教育无方;有的轻易离婚,也给子女带来心理创伤。因此,年轻的父母应提高本身的文化素质,珍惜家庭温暖,并采用正确的爱抚方式,关心子女的学习和生活,从正面进行子女教育,不溺爱也不放任。

青年 16—25岁青年正处于从儿童少年的依赖性,向成年的独立自主阶段过渡的复杂变化时期,在生理、心理和社会方面都面临许多新的挑战。例如,对升学、就业及婚恋等具体问题的考虑,对理想、前途、信念及自身价值等人生哲学观念的选择和确立,都会给年青人带来烦恼、焦虑和精神压力。此外,某些外部因素,诸如社会的不正之风、分配不公、知识贬值和不平等竞争,也首先给青年人带来感情失衡和心理困惑。加上中国封建余毒的危害以及西方不良生活方式的诱惑,使少数年青人陷于茫然,以至堕落。极少数青年中日趋严重的过量吸烟、酗酒、厌学情绪、玩世不恭、崇洋媚外、封建迷信、纵欲放荡和犯罪行为,正是当今复杂的社会环境和青年人内在素质所交织促成的不良心理因素未能得到妥善处理的后果。

要解决这些问题,需要从治理社会环境着手,为年青人创造一个积极向上、平等竞争的社会舞台,开辟一条让年青人显示才能、报效祖国的广阔天地。另外,还要通过家庭、学校、企业和社会的共同努力,做好心理健康咨询和服务,帮助他们解除心理困惑和疾患,指引他们走身心健康的道路。

老年人 由于人口平均寿命的延长,中国老年人的人数不断增加。据1990年人口普查统计,仅上海65岁以上人口比重已达9.2%,接近"老年型国家"。预计到2000年,中国老年人将占总人口的11%,到2025年将达20%。因此,应当重视影响老年人健康长寿的心理卫生问题,开展老年心理卫生教育。

老年人除面临衰老、记忆力减退、反应速度减慢以及性格和情绪等方面的"自然改变"外,还可因退休、丧偶、子女迁离、遭受虐待以及老年性慢性疾病而带来的心理压力。如未能得到缓解,则可能导致某些严重的精神心理障碍,以至诱发器质性疾病和厌世行为。

忧郁症是老年人常见的精神心理障碍,常反映老年人的失落感(如因引退、离职而失去生活目的)、"空巢感"(如因丧偶或子女远离而感到孤独),以及久病缠身缺乏自理能力的"依附感"等,严重者可导致轻生或老年性痴呆。

社会的卫生保健服务和老年人的自我保健,可推迟衰老,延长寿命。纵观中国老年人退休后的生活,行之有效的老年心理卫生教育有以下几点:①巩固正确的人生观、世界观,科学地对待生命历程的新陈代谢现象,做到泰然处之,避免心理失衡。②陶冶情操,克服偏执个性,遇事冷静,豁达乐观,消除心理压力。③努力纠正不良行为和生活习惯(如应戒烟、节制饮酒),增强自我保健意识。④积极治疗躯体疾病,保持欢快情绪。⑤经常参加老年人体育及社会公益活动,广泛培养兴趣爱好,增加生活乐趣。⑥老年知识分子可继续发挥专长,潜心钻研,著书立说,永葆智慧青春。

职业性社会—心理因素 职业人群约占世界总人口的40%—50%,年龄为20—60岁,是人类社会中最富生命力、创造力和生产力的人群。他们的身心健康,直接影响着经济发展和社会进步。与职业有关的心理紧张,通称职业紧张,是指在从事职业工作时,客观要求与个人适应能力不能均衡。引起这种"不均衡"的因素很多,有主观的,亦有客观的。例如,当工人的主观动机与客观环境所能提供的"满足"(如职称、工资、待遇等)有矛盾;或个人的工作能力与作业要求不相适应(如工作负荷较大、作业较复

表1 职业紧张及其效应的过程

紧张因素	
作业结构	超时工作、轮班制、流水作业、计件工作
作业内容	超量负荷、单调操作、缺乏自我调控力和不能激发创造力
作业环境	存在物理或化学性危害因素
劳动组织	工作职责不明、职责矛盾(如处于脑体边缘的车间主任位置)、人际关系不和谐、过分强调竞争与抗衡
紧张效应	
生理的	儿茶酚胺及皮质醇分泌增多、血压升高,长期影响可引起高血压、心脏病、溃疡病、支气管哮喘等心身病
心理的	焦虑、不满、集体性癔病样发作,以至产生忧郁症
行为的	缺勤、低效率、参与社交活动减少、感情淡化、过量吸烟、饮酒,以至悲观失望

杂等)，而又处于难以自我调节、控制时，就可能产生紧张。

职业紧张的构成　职业紧张及其效应的过程可包括紧张因素、紧张的效应，以及紧张对个人性格和行为的影响(见表1)。

职业紧张因素的控制　紧张因素及其效应受个体素质及环境所制约。紧张因素、个体特征及作业环境(包括社会环境)间的关系，是传统的医学三要素中因子、宿主和环境交互作用的关系。个体的情感状态、生活方式、事业心及行为类型，可影响对紧张因素的易感性。例如，富于竞争性、脾气急躁和对自身要求严格的人，即所谓"A型行为"者，对各类刺激、包括职业紧张因素的刺激易感，故罹患冠心病等与紧张有关疾病的危险度远比非A型者高。同样，企业及社会的精神支持和理解，有利于促使职工真正意识到自己的主人翁地位，从而萌发"我为人人，人人为我"的集体主义精神和社会责任感，满怀信心地肩负起自己的职责，出色地完成生产任务。因此，控制职业紧张因素及其效应，必须双管齐下，即提高职工的个体素质和改善劳动组织及社会环境(见表2)。

表2　职业紧张因素及其效应的控制

个体治疗与自我保健	
个体治疗	治疗紧张有关疾病，如高血压、忧郁症等；提供心理咨询服务，增强心理素质
自我保健	鼓励戒烟和节制饮酒，增强自我保健意识；开展文体活动和职业培训，增强作业适应能力，降低对紧张因素的易感性
改善劳动组织及社会环境	
班次安排	尽量合理、稳定、有规律性
工人参与	让职工有机会参与有关的工作安排、改革与决策
工作负荷	作业要求尽量与个人能力及技巧相适应
工作内容	让职工了解工作意义及完整结果，充分发挥其智慧及技能
工作职责	生产任务、职工作用及职责应十分明确
人际关系	应和谐、理解、信任和相互支持

社会经济因素

社会经济因素(socio economical factor)是影响人群健康的主要因素之一。这里的社会经济因素包括社会制度、经济发展、教育文化、生活劳动条件、生活方式和卫生服务等。

社会制度　对人群健康有深远影响。卫生事业发展水平及人群健康水平，随着社会发展而提高。中国采用卫生工作面向人民及预防为主的基本方针，促使卫生事业迅速发展，人民健康水平显著提高，出生率、死亡率及平均寿命等主要健康指标接近和达到发达国家水平。

经济发展水平　是发展卫生事业、提高人群健康水平的物质基础。社会对卫生事业的投资、人们的生活劳动条件、文化水平及生活方式、卫生服务等均直接或间接地取决于经济发展水平及社会财富的合理分配状况。一般讲，人群健康水平随社会经济发展而提高。经济发达国家及地区的卫生事业发达，人群健康水平比较高。当然经济发展水平并不是决定人群健康水平的唯一因素。有的国家或地区，经济发展水平并不高，但重视卫生事业，并采取了正确的卫生方针政策，人群健康水平就可能较快提高。

教育文化水平　与健康密切有关。许多研究结果表明，教育文化水平高的人群及家庭，生活卫生水平高，自我保健意识和能力强，生育率、发病率和死亡率，特别是婴幼儿死亡率比较低。不同文化水平的人群的生育模式及疾病诱因不一样。从另一方面看，人们的卫生水平本身就是文化水平的重要方面。在中国精神文明建设中，卫生是一项重要内容。广义的文化因素还包括文化传统、风俗习惯及生活方式，这些也是影响健康与疾病的重要社会因素。许多研究表明，人的生活习惯及生活方式(如饮食习惯、烟酒嗜好及性行为等)是当代人类主要疾病，如心血管病、恶性肿瘤、意外伤、性病等的主要原因。据中国社会医学家研究，中国43%—48%的心血管病及肿瘤可归因于不健康的生活方式。

卫生服务　指社会为保护、增进人群健康，为人们提供的预防、保健、医疗和康复服务。卫生服务的方针政策、医疗卫生网的组织及技术状况、医疗卫生服务的数量与质量均直接影响人群健康。因此，卫生部门要合理分配、有效使用卫生资源，为全体人民提供系统、及时、高质量的医疗卫生服务，提高卫生服务的社会效益。

社会经济与健康间的关系是双向的。社会经济发展为发展卫生事业及提高人群健康水平提供了物质基础；卫生事业发展，人群健康水平提高，又能促进社会经济发展。卫生事业具有双重性质：一方面，作为社会福利事业，为人群提供医疗卫生服务，满足人们不断增长的医疗卫生服务需求，提高了人们的生活质量；另一方面，卫生事业在经济上属于第三产业，是一种服务性产业，卫生事业投资是一种健康投资，卫生部门通过提供医疗卫生服务，保护、增进及恢复劳动能力，促进社会生产力的发展。因此，经济学者将人群健康指标，如出生率、婴儿死亡率及平均寿命等作为评价社会经济发展水平的重要指标之一。反之，如果在发展社会经济时，不相应地重视发展卫生事业，关心人们健康，就会引起环境污染、生态平衡破坏，疾病流行和人群健康水平下降，进而影响社会经济发展。因疾病大流行严重影响社会经济的例子，古今中外并不少见。

卫生事业要与社会经济协调发展。从系统论看，卫生事业，像农业、工业、商业等一样，是社会这一大系统中的一个子系统，应该与社会经济协调发展。卫生事业发展如果落后于社会经济发展，不能满足人群的医疗卫生服务

需求，甚至引起疾病流行及健康水平下降，则必将影响社会经济发展。当然，卫生事业也不能超前发展。如果不从本国、本地区的社会经济发展实际情况出发，要求过高卫生投资，推广高技术，全面搞免费医疗，也会影响社会经济发展。因此，一方面，全社会要关心卫生事业发展，为此投入必要的社会资源，加上社会集资，发展健康保险，使卫生事业与社会经济同步发展；另一方面，卫生部门及卫生人员要关心社会经济发展，争取全社会支持，多方筹集，合理分配，有效地使用卫生资源，提高卫生管理水平，按照预防方针，组织医疗卫生工作，为全体人民提供系统、及时、高质量的卫生服务，保护并增进人群健康水平，促进社会经济发展。

机　体

人口特征

人群的人口特征(demographic characteristics)指人口的年龄性别分布、职业分布以及种族构成等该地人口的基本情况，广义上也包括文化水平、宗教信仰、经济地位等。这些基本情况在一定程度上可以影响当地的疾病谱及不同疾病的分布频率。按社会医学观点，疾病在人群中发生的频度，除与直接的病因因素有关外，还与人群中的人口学情况密切相关，概括起来，有以下几方面。

年龄　当人群中婴幼儿的比例较大，加上环境卫生、生活条件不良，人群中疾病的比例往往以儿童传染病、寄生虫病及营养缺乏症为突出。例如解放初期上海15岁以下儿童占人口的50%，60岁以上老人仅占人口的3.6%，发病与死亡以儿童传染病如麻疹等为主。当人群中老年人的比例显著上升，一般环境卫生情况较好时，则脑、心血管疾病及恶性肿瘤等问题必将突出。例如1990年人口普查，上海市区15岁以下儿童占人口的18.2%，65岁以上老年人则上升为9.2%，主要死因就以心脏病、脑血管病及恶性肿瘤为主。因而从人口的年龄构成可以预计主要疾病的构成，以供卫生防疫服务参考。

机体的非特异性免疫与年龄有关。新生儿的细胞免疫功能与成人相似，不过吞噬细胞的趋化性应答功能较弱，补体的浓度约为成人的一半，需经3—6个月达正常人水平。以后免疫功能迅速活跃，至性成熟之后趋于稳定。成年期后免疫功能随年龄增长缓慢下降。免疫识别能力常先减退，如果体液免疫尚相当活跃，则可能把自身组织当作异物进行攻击，所以老人常发生自身免疫病。又因免疫识别能力和免疫反应能力下降，对癌肿细胞不能清除，所以癌肿发病率随年龄而增加。由于胸腺早已消失，成熟的T细胞也减少，抗体对抗原的结合能力也减退，只有吞噬细胞的功能无显著变化。但B细胞功能减退的速度慢于T细胞，这种免疫不平衡，不仅容易引起自身免疫病，还会产生攻击T细胞的抗体，这就进一步破坏细胞免疫。T细胞对B细胞的功能本有控制和调节作用，因T细胞功能削弱，体液免疫也受到损害，如此将造成恶性循环。所以，调节免疫功能，维持细胞免疫健全，对老年人的健康十分重要。

性别　某些疾病呈现明显的性别倾向，例如各种类型肝炎的发病率、患病率、病毒携带率都是男性高于女性；胆囊炎与百日咳则以女性为高；冠心病在更年期以前男性高于女性，而更年期以后则男女渐趋相同(多数疾病在更年期后男女间也不再呈性别的差异)。疾病呈现性别倾向的原因，目前尚未完全了解。有的可能与性激素有关，例如雌激素可能在防止血管粥样硬化上起一定作用，从而保护了育龄期妇女不易患冠心病；有的性别差异可能与个体活动情况、接触感染疾病的机率不同有关，例如男性肝炎患病率较高，其原因尚不易解释。如果疾病在性别上分布不匀，可以在深入比较不同性别的各项指标差别时，对病因能有所发现。

种族　不同的民族有着不同的遗传基因和生活习惯。疾病在不同民族间分布的不同既可能由遗传因素，也可能由生活习惯所造成。例如非洲Maisa族人每天进食含大量胆固醇的食物，但极少发生冠心病。此民族向来与他族杂交，无遗传素质差异可言，但他们在生活上因青壮年阶段每日运动量极大，其冠状动脉直径远较其他民族为大。虽确有动脉粥样硬化，因管径粗并不影响供血供氧，故极少患冠心病。回民不生旋毛虫病，因为他们不吃猪肉。又如日本人的中风发生率远高于美国白种人，但当日本人移居美国并生下第二代甚至第三代移民时，随着他们生活方式的改变，他们中风的发生率也下降，接近于美国白人的情况。某些肿瘤的发病有明显的种族差别，例

如各种骨肉瘤在各民族居民中发生率相仿，但Ewing肿瘤却不在黑人中发生。不仅美国如此，非洲的黑人亦不患此肿瘤。美国黑人各种睾丸的恶性肿瘤都少于白人，非洲的资料也类同。但黑人的多发性骨髓瘤一直高于白人。美国黑人黑色素瘤死亡率远低于白人，显然黑人皮肤的色素保护了皮肤，减轻了环境中光化性照射的致癌作用。中国新疆哈萨克族人的冠心病发生率显著高于汉族，原因不明。高血压在不同民族间也有所不同，因而需进一步探讨其原因以开展针对性的防治措施。

遗传 遗传对疾病分布的影响，不仅表现为不同民族间的差别，在同一民族内也可表现在不同的家系上。有些疾病是随性染色体而遗传的，如血友病、色盲等，几乎不受环境因素的影响。更多的疾病是既与遗传因素有关，又受环境因素影响。根据双生儿糖尿病的研究表明，同卵双生儿的同病率为65%，异卵双生儿的同病率为20%，证明糖尿病与遗传有密切关系。如果是纯合子型则发病早，是异合子（杂合子）型则发病晚，两者均与生活方式、饮食习惯有密切关系。因遗传而缺乏葡糖-6-磷酸脱氢酶的人，只有吃了蚕豆或某些药物才发生严重的溶血性贫血，俗称蚕豆黄。该病的病因清楚地表明遗传和环境因素具有协同作用。对于传染病的易感性问题研究得最多的是结核病。其结果一致认为尽管与营养状态、免疫功能等有一定关系，但不可否认遗传因素具有一定作用。中国江苏启东县为肝癌高发区，若干家系有肝癌高发的现象，他们除处于相似的环境外，有的还有类似的遗传素质，究竟遗传因素所占的比重如何，值得进一步研究。当疾病受遗传因素影响时，其防治对策就包括了基因工程的内容而不能仅有赖于改善环境了。

目前关于各种疾病与遗传的关系的研究正在发展。与遗传因素毫无关系的疾病是很少的，只是关系的程度不同而已。

职业 某些疾病与一定的职业相联系。典型的例子是阴囊癌发生在童年期裸体钻入烟囱清扫，以致阴囊经常接触煤焦油的青年人（但目前已无这种操作方式）。不同的职业有着不同的致病因素和条件，因而可能有其独特的常见病、多发病。某些职业直接接触有毒有害物质，其危害自不待言。而经常在办公桌前工作的管理人员则较体力劳动者心肌梗死和中风的发病率明显为高。大型机场的地勤人员经常处于紧张状态，其高血压、胃溃疡、糖尿病的发病率均高。只有不断发现各种职业的常见病和多发病（即与工作有关疾病），才能进一步探索其致病因素和条件，提供防治的依据。

免疫

免疫（immunity）又称免疫性或免疫力，是指生物体识别自己，排除非己，维持机体稳定性的一种生理功能。它与机体其他生理功能的区别，主要在于其作用对象是针对具有抗原性的异物，或本身虽无抗原性，但在机体内部可与组织结合而转变成有抗原性的物质。机体对抗原刺激的反应过程称免疫应答，它包括免疫反应的发生、发展、结局和调控等。免疫应答后要受免疫学和遗传学的调节，也受精神、激素、环核苷酸、前列腺素和防御性反馈机制等综合因素的调节。在免疫应答失调或障碍的情况下，可造成免疫损伤或免疫缺陷。免疫性可以在体内或体外表现，并可用适当的方法测出。同一机体在不同时间，其免疫性可以有量和质的不同。免疫性可以根据获得的方式分为先天免疫和后天免疫；可以根据免疫有无针对性而分为特异性免疫和非特异性免疫；也可以根据免疫的后果分为有利的和不利的免疫，有利的如对传染性因子的防御作用、消除突变细胞的免疫监视，有害的如超敏反应、自身免疫等；根据免疫的物质基础，可以分为细胞免疫和体液免疫，但实际上细胞免疫也有体液因素（如淋巴因子）的作用，而体液免疫（如抗体）也需要吞噬细胞和T细胞的协助。

非特异性免疫

非特异性免疫（nonspecific immunity）是机体对多种抗原物质，而非针对某一特定抗原物质的生理性免疫应答。非特异性免疫是人类在长期的种系发育和进化过程中，不断与从外界侵入的有害的大分子物质、微生物和其他生物性异物等相互作用，而逐步建立起来的清除上述物质的一种免疫功能。这种免疫功能人人都有，比较稳定，并可遗传给下一代，所以也称为先天性免疫。它和人体的生理因素、组织结构和体液因素密切相关。非特异性免疫是体内一切免疫防御能力的基础，主要靠免疫屏障、吞噬细胞以及正常体液和组织中的抗微生物物质（如补体、溶菌酶、干扰素等）三方面的功能来体现。近年来对提高机体非特异性免疫的研究引起了很大的重视。若给机体注射一定量的脂多糖、卡介苗或双链聚核苷酸等免疫增强剂，给予补气药、活血化瘀药，以及针刺、灸等都可增强机体非特异性免疫的功能，提高机体抗感染、抗辐射及抗肿瘤的能力。因此，这些研究为一些疾病的防治提供了广阔的途径。

特异性免疫

特异性免疫（specific immunity）又称为获得性免疫，是机体在个体发育过程中接触抗原后发展而成的免疫力，包括产生特异性抗体（体液免疫）和致敏淋巴细胞（细胞免疫）两方面的免疫作用。其主要特点是免疫作用有针对性，即特异性。

机体的特异性免疫应答不论是体液免疫还是细胞免疫都有其共同的发展规律，一般分为感应、应答和效应三个阶段。

感应阶段　是识别和处理抗原的阶段,是抗原第一次进入体内,经巨噬细胞处理后将抗原信息传递给免疫活性细胞(T细胞和B细胞)的阶段。巨噬细胞在处理抗原过程中可能起到调节作用。

应答阶段　是免疫活性细胞接受抗原刺激后,进行分化增殖和产生大量效应细胞的阶段。除产生效应细胞外,尚有小部分细胞转变为记忆细胞。当机体在抗原刺激消失数月或数年后,对此抗原的免疫应答已降至不能测出的水平时,若再次接触相同抗原,由于有记忆细胞的存在,机体能迅速而强烈地产生免疫应答。这就是所谓的回忆应答。

效应阶段　是指致敏的淋巴细胞再次受到相应抗原刺激时产生抗体和(或)淋巴因子,发挥体液免疫和细胞免疫效应的阶段。

非特异性免疫和特异性免疫是密切相关的一对免疫现象。就以抗病原微生物而言,非特异性免疫是基础,其特点是出现快,作用范围广,但强度弱,对某些致病性强的病原体一时难以消灭。而特异性免疫的出现需要一段时间,但针对性强,对致病性强的病原体非它莫属,因此在作用强度上远远超过没有针对性的非特异性免疫。由于机体经常地、无时无处不接触各种各样的异物,全部以特异性免疫对付,消耗过大,因此以非特异性免疫处理更有利于机体。

虽然非特异性免疫与特异性免疫的主要区别是有无严格针对性,但特异性免疫的某些产物(如细胞免疫的各种淋巴因子)是非特异性的,能动员各种因素非特异性地对付特异性抗原刺激。

体液免疫

体液免疫(humoral immunity)是指抗体参与的特异性免疫。从广义来说,除包括特异的抗体介导的免疫外,也包括非特异的补体系统和其他正常体液中的抗微生物物质等的作用。体液免疫的发生分为感应阶段、应答阶段和效应阶段(见“特异性免疫”条)。

在体液免疫中,B细胞起主要作用。抗原进入机体后直接或间接(通过巨噬细胞)与带有相应抗原受体的B细胞结合,使其出现母细胞化,细胞增生,最后成熟为浆细胞,并由浆细胞合成和分泌抗体。

抗体　是由于抗原的作用而在体内所产生并存在于血液或体液中的免疫球蛋白(Ig)。它是由B细胞分化而成的浆细胞产生的。抗体分子具有结合部位(结合簇),能与相对应的抗原决定簇结合。由于不同的抗原与抗体特异性结合,在适当的条件下会表现出各种不同的可见反应,因而抗体有各种不同的名称,如凝集素、沉淀素、抗毒素、溶血素、溶菌素、补体结合抗体等。这种可见反应,可作为诊断的一种方法。抗体与相应抗原在机体内结合后,可以被吞噬、排泄而将抗原清除,或使抗原失去致病作用,故常用以防治某些疾病。在另一些情况下,抗体与抗原结合形成免疫复合物,能损伤组织、细胞,引起超敏反应或免疫性疾病等不良后果。

抗体的一般特性　包括以下三点:①特异性:抗体只与相应抗原发生特异性结合,而不能与其他无关的抗原结合。这是由抗体的结合部位与抗原决定簇的理化性质恰相对应所决定的。②不均一性:天然抗原物质的表面含有许多不同的决定簇,由其刺激机体所产生的抗体,就包含着针对这些不同决定簇的抗体。即使是针对某一决定簇的抗体,也包括免疫球蛋白G、A、M、D和E(IgG、IgA、IgM、IgD和IgE)五大类及其亚类,虽然在某一个体内不一定同时都有。对某一类抗体(如IgG)来说,不同种系以及不同个体动物间所产生的抗体也都不完全相同。这种不同是由遗传决定的。③双重性:抗体一方面可与抗原特异性结合,发挥其免疫功能;另一方面,由于它本身是高分子蛋白质,当被注入异种动物体内时,就具有抗体和抗原的双重作用。在用异种动物的抗血清反覆注射以防治疾病时,必须注意有发生超敏反应的可能性。

抗体的分类　可根据不同的标准予以分类。

(1)按作用对象:可将抗体分为抗毒素、抗菌抗体、抗病毒抗体和亲细胞抗体等。抗毒素是能中和细菌外毒素或某些动物毒素的抗体,如抗白喉外毒素的抗体、抗蛇毒抗体等。抗菌抗体是能与相应细菌结合的抗体,如凝集素、调理素、溶菌素等。抗病毒抗体是能与相应病毒结合的抗体,如病毒的中和抗体等。亲细胞抗体是指能与细胞结合的抗体,如IgE可与肥大细胞、嗜碱粒细胞结合,IgG可与巨噬细胞结合等。

(2)按与抗原结合后是否出现可见反应:可分为完全抗体和不完全抗体。

(3)按来源:可分为天然抗体和免疫抗体。

(4)按理化性质和生物学功能:可分为IgG、IgM、IgA、IgD和IgE五类。这五类Ig的基本结构相似,但在微细结构、理化性质及抗原性等方面有所不同。它们都由两条相同的较长肽链(重链,H)和两条相同的较短肽链(轻链,L)通过二硫键联接而成。每条重链或轻链均存可变区(V)和恒定区(C)两部分。①IgG:是人体内最主要的Ig,血清中含量最多,是唯一能穿过胎盘的Ig,可保护胎儿及6个月以下婴儿免受感染。小儿2~5岁时IgG含量才能达到成人水平。②IgM:在五类Ig中,IgM的分子量最大。主要存在于血清中。因能固定补体,故可溶菌、溶血(输血反应)、中和病毒。是个体发育中最先合成的抗体,检查脐血中有无IgM即可推测胎儿期有无感染。③IgA:有血清型及分泌型两种。前者存在于血清中,含量仅次于IgG;后者存在于分泌液,如泪液、鼻腔液、唾液、初乳以及气管、胃肠道、生殖泌尿器官的分泌液中,起防御微生物自这些开放器官入侵的作用。④IgD:在血清中含量甚少,且性质不稳定,因此研究不易。功能尚不甚清楚,常常是自身免疫病中免疫复合物的成分、妊娠后期血

清中IgD明显升高。B细胞膜上的IgD对细胞分化及抗体形成起调节作用。⑤IgE：主要在呼吸道及胃肠道淋巴结中合成，然后进入分泌液及血液。易和嗜碱粒细胞、肥大细胞及血管内皮细胞结合，并与抗原再次进入机体时，引起I型变态反应有关。哮喘、荨麻疹等患者血中IgE含量较高。

(5) 按遗传标志：可将Ig的抗原决定簇分为同种型、异型和独特型3个不同的血清型。它反映了抗体形成细胞遗传性的差异，因此是Ig分子的遗传标志。有人认为抗独特型抗体有可能代替抗原，诱生该抗原的相应免疫应答，提供预防感染的新途径。例如用抗乙型肝炎病毒表面抗原(HBsAg)独特型的抗体可以代替HBsAg作为疫苗，可以诱生保护性免疫。

抗体的产生　有一定规律性。当抗原第一次进入机体时经过一段潜伏期，抗体效价逐步上升，达到高峰后，维持一短暂的时期，以后又逐渐下降，此为初次(抗体)应答。但在第二次再接触同样抗原后，开始时表现为原有抗体量略为降低。这是因为原有抗体的一部分与再次注入的抗原结合之故。随后抗体效价的上升较初次为快，其高峰效价也比初次为高，持续的时间也长，即所谓二次(抗体)应答或再次(抗体)应答。由抗原刺激所产生的抗体，经过一段时间后即逐渐消失，以后再接触抗原，可使已消失的抗体迅速上升，是为回忆应答。广义的回忆应答可包括二次应答。若再次刺激的抗原与初次相同，则为特异性回忆应答；若与初次不同，则为非特异性回忆应答。非特异性回忆应答的抗体只是暂时性上升、短时间内即很快下降。

动物经初次抗原刺激后，一般首先产生的抗体是IgM，然后才逐渐出现其他Ig。二次应答和回忆应答则主要出现IgG。因此检查IgM有助于传染病的早期诊断。

体液免疫与细胞免疫是组成特异性免疫的两大支柱，两者相辅相成，有时很难截然分开(见“细胞免疫”条)。

细胞免疫

细胞免疫(cellular immunity)是指T细胞在受到抗原刺激后，分化、增生、转化为致敏淋巴细胞所表现出来的特异性免疫应答。这种免疫应答不能通过血清传递，只能通过致敏淋巴细胞传递，故称为细胞免疫。从广义来说，细胞免疫也可包括非特异的吞噬细胞(如巨噬细胞、中性粒细胞)和杀伤细胞(如NK细胞、K细胞)。

作用机制　有下列两个方面：①直接杀伤作用：致敏淋巴细胞与带抗原的靶细胞直接接触，发生特异结合，使靶细胞膜的通透性发生改变，靶细胞肿胀溶解以致死亡。在此过程中，效应细胞本身却未受损害，仍可继续攻击其他靶细胞。参与此作用的效应细胞由于有杀伤靶细胞的作用，故称为杀伤T细胞。②通过淋巴因子相互配合发挥免疫作用：如通过皮肤反应因子、各种趋化因子、游走抑制因子、巨噬细胞活化因子、特异性巨噬细胞武装因子、淋巴毒素、干扰素等的协同作用，达到清除异物的目的；有丝分裂因子使许多正常淋巴细胞转化为母细胞，放出淋巴因子；转移因子可使正常T细胞转变为特异的致敏淋巴细胞，扩大免疫效能。

主要作用　有以下几点：①抗感染作用：主要是针对细胞内寄生的病原微生物，如结核杆菌、麻风杆菌、伤寒杆菌和布鲁杆菌等，以及主要以细胞—细胞方式播散的病毒(疱疹病毒、水痘病毒、腮腺炎病毒和腺病毒等)，以及某些真菌(新型隐球菌、白色念珠菌等)。②免疫监视作用：被肿瘤抗原致敏的T细胞通过特异的杀伤作用和释放各种淋巴因子杀伤肿瘤细胞。参与免疫监视作用的还有K细胞、NK细胞等。③移植物排斥：在同种异体器官移植中，引起移植物的排斥。④参与迟发型超敏反应和自身免疫病的形成。⑤辅助T细胞和抑制T细胞还参与体液免疫的调节。

细胞免疫和体液免疫的相互关系　细胞免疫和体液免疫是两种不同的免疫，但是又是互相关联、互相依赖的。一方面，体液免疫为细胞免疫提供条件。例如抗体或补体与抗原结合为细胞吞噬创造了条件并加速了吞噬；K细胞的杀伤作用是抗体依赖性的细胞毒性作用，没有抗体参加，根本不能发挥作用。另一方面，体液免疫也需有细胞成分参加。因为抗体的产生，没有巨噬细胞、抑制T细胞、辅助T细胞的参与和调节是不能实现的。

这两种免疫也可以是互相抑制的。肿瘤抗体封闭了靶细胞，使T细胞无法杀伤肿瘤细胞。另一方面，抑制T细胞可以抑制B细胞的体液免疫的形成。

两种免疫还可以在不同情况中有所侧重。由于一般病原体都是许多抗原决定簇组成的复合体。某些成分可刺激体液免疫，而另一些成分可刺激细胞免疫，有时甚至完全以某一种免疫为主。例如，产生外毒素的细菌刺激机体产生体液免疫，其保护性免疫完全靠体液免疫中的抗毒素。又如结核杆菌虽能刺激机体产生体液免疫和细胞免疫，但保护性免疫主要依靠细胞免疫，抗体几乎完全无保护作用。有时，不同的免疫在不同阶段其作用的重要性也不同。例如，病毒性感染中，体液免疫起到积极的预防作用(粘膜上的分泌型IgA的局部免疫)，而在恢复期又以细胞免疫起主要作用。

免疫缺陷

免疫缺陷(immunity deficiency)是指机体的免疫系统发育缺陷或免疫应答障碍。免疫缺陷可以发生在免疫系统的各个部分。例如在非特异性免疫方面，可以有补体不足和吞噬细胞减少或功能低下；在特异性免疫方面则可以有细胞免疫缺陷或体液免疫缺陷。严重者可有联合免疫缺陷。

免疫缺陷使机体防御能力降低，因此免疫缺陷的主要特点是容易发生感染，常见的为细菌、真菌和病毒感染，也可以有寄生虫感染。细胞免疫缺陷的严重后果之一是容易导致恶性肿瘤的发生。典型的例子是艾滋病患者，往往继发细菌、真菌、病毒和肺囊虫感染的反复发作，并伴有Kaposi肉瘤。免疫缺陷者不宜使用灭毒活疫苗进行预防。

免疫缺陷可以分为先天性和继发性两大类：

先天性免疫缺陷，也称原发性免疫缺陷，是因遗传因素或先天因素使免疫系统在个体发育过程中的不同环节、不同部位受损所致。

继发性免疫缺陷，常继发于某些疾病或免疫抑制疗法。常见的有：①感染性免疫缺陷：其中以细胞免疫缺陷更为常见，如先天性巨细胞病毒感染。②营养不良性免疫缺陷：可致血清蛋白和补体量减少，特异性体液和细胞免疫应答降低等。③其他疾病引起的免疫缺陷：如较大的创伤、烧伤或手术后，以及患慢性病特别是恶性肿瘤和白血病等。④外界因素引起的免疫缺陷：如各种射线和损伤造血系统的药物等，都可影响免疫应答，放射线和苯类的作用尤为明显。

继发性免疫缺陷比较常见，且可预防。一旦发生，除了去除病因影响外，可采取必要的措施以提高机体的防御能力。例如可以用转移因子或胸腺素提高细胞免疫力，用丙种球蛋白以提高体液免疫力。

超敏反应

机体受微生物感染或接触抗原（包括半抗原）后，呈现反应性增高状态（致敏），若同样微生物或抗原再次进入机体（或原有抗原仍留在机体内），即可与致敏机体内所形成的特异性抗体或致敏淋巴细胞发生反应，导致组织损伤。这种由相同抗原进入引起致敏机体组织损伤的反应称为超敏反应（hypersensitivity），也称超敏感性或变态反应。引起反应的抗原称为变应原或过敏原。根据超敏反应中抗体和细胞是否参与、抗体的类型、抗原与抗体或细胞反应的方式以及有无补体参与而将其分为四种类型（I、II、III和IV型）。最近有人在此基础上又加了两型，即V型和VI型，但尚未得到公认，尤其是VI型。

不同类型超敏反应的特点如下表所示。

自身组织由于受感染、手术、药物和辐射等因素影响，可以改变其理化性状而成为能被免疫系统识别的自身抗原，并引起超敏反应，形成自身免疫病，主要有II、III、IV、V型超敏反应。但一般自身免疫疾病往往有两种或两种以上机制同时存在。如红斑狼疮可由II型的作用出现溶血性贫血，由III型的作用而引起皮疹、脉管炎及关节炎，也可由IV型的作用而引起狼疮性肝炎等。

个人卫生

个人卫生（personal hygiene）包括的范围很广，诸如饭前便后洗手、勤洗头、勤洗澡、勤换衣、勤剪指甲、洗漱用具独用、不吃不洁的食物、性卫生等等。个人卫生不仅使个人清洁整齐，还减少了传染某些疾病的机会。例如实行饭前便后洗手者可显著地减少肠道疾病的传染机会（当然象征性地饭前便后沾一下水，算不得执行了饭前便后洗手）；勤洗头、洗澡、换衣服者，排除了寄生衣虱传播斑疹伤寒的机会；洗脸毛巾独用减少了感染沙眼的机会；性卫生可减少宫颈炎、宫颈癌、阴茎癌的发生。不同人群中疾病的发生情况不同，在某些情况下是由于个人卫生不良所造成的。病从口入的疾病是可以预防的。教育人

不同类型超敏反应比较

	I 型	II 型	III 型	IV 型	V 型
同义词	过敏性型、反应素型、速发型	细胞溶解型、细胞毒性型	免疫复合物型、血管炎型	迟发型、结核菌素型	刺激性
介导反应	亲同种细胞性抗体结合肥大细胞	体液抗体（IgG、IgM）结合补体	体液抗体（IgG、IgM）结合补体	在T细胞上的受体	体液抗体
抗原	通常是外源性的（如花粉）	细胞表面	细胞外	细胞外或细胞表面	细胞表面
对皮内注射抗原的反应					
最强反应时间	30 min以内		3—8 h	24—48 h	
表现	风团块或潮红		红斑和水肿	红斑和硬结	
组织学	脱颗粒的肥大细胞，嗜酸粒细胞，水肿		急性炎症反应，主要是粒细胞	血管周围炎，粒细胞游走，以单核细胞为主	
对正常个体的敏感性转移	血清抗体	血清抗体	血清抗体	淋巴细胞或转移因子	血清抗体
举例	特应性超敏反应（如枯草热）、过敏性休克	新生儿溶血性疾病（Rh）	免疫复合物型肾小球肾炎、农民肺	对结核的结核菌素反应，皮肤同种移植排斥反应	甲状腺功能亢进

群重视个人卫生往往是卫生宣教防治疾病的首要内容，也是对儿童少年开展卫生宣教的启蒙内容。

吸烟

吸烟(smoking)是一种有损人类健康的不良习惯。就个人行为而言，它是一种不良嗜好；就社会影响而言，它是家庭和公共场所室内空气污染的主要来源。

烟草烟气中有害成分 现知烟草烟气中至少含有4 000种成分。香烟燃烧时分主烟气及侧烟气。主烟气为吸烟者吸入并吐出的那部分烟气；侧烟气为烟草自燃产生的烟气。主烟气成分中，约20%来源于烟草本身，其余来源于燃烧过程的"热解"产物和化学反应产物。未经空气稀释的纯烟气，每立方厘米中约含1.3×10^{10}个颗粒物，直径范围为0.15—1.3μm，平均0.48μm。主烟气中含两种类型自由基：一种存在颗粒相中，很可能是醌与氢醌型复合物；另一种占大多数，存在气体相中，由氮氧化物经氧化所产生，并能与烟气中各种有机物起反应。

以单支纸烟计：燃烧所产生的主烟气总重量约为400—500 mg，主烟气中气相及蒸气相约占92%以上。气相中含400—500种成分，其中氮约占58%，氧约占12%，二氧化碳(CO_2)占13%，一氧化碳(CO)约占3.5%；在蒸气相中，烃类约占40%，水分约占20%，醛类约占14%，酮类约占9%，腈类约占6%，醇类约占1.5%，杂环族氧化物约占1.5%，酯类约占1.0%，其他化合物约占7%；在颗粒相中，强酸性成分约占37.7%，弱酸性成分约占15.3%，中性成分约占16.2%，碱性成分约占5.8%，水分约占2.5%，焦油含量可高达30 mg(视卷烟品种而异)，烟碱约为3 mg。烟草烟气颗粒相中，尚含有多种致癌物及促癌物。

上述有害成分，按其生物学作用可归纳为下列数类。

窒息性化学物质 如CO、氢氰酸(HCN)、氮氧化物等。

刺激性化学物质 如醛类、酸类、酮类、氨及胺类化合物、丙烯醛等。

致癌物 多环芳香烃、亚硝基胺类、丙烯腈、β-萘胺、某些金属元素如砷、镉、六价铬等，但其含量相当不一。

协同致癌物及促癌物 如杂环族烃类化合物(含N及O原子)、酚类化合物等。

药物性有害物质 尼古丁、其他含氮生物碱等。

吸烟的危害 主要有以下几种。

削弱呼吸道正常生理防御功能 自由基、氮氧化物、醛类、酸类、氨及胺类能损伤呼吸道纤毛及粘膜；其中某些成分及镉、铍等金属离子尚能与细胞膜蛋白成分相结合，使其变性。

诱发癌症 现已证明烟草烟气中致癌物、协同致癌物、促癌物与诱发人类的肺癌、咽癌、喉癌、口腔癌、食道癌、膀胱癌等有密切关系，其中以肺癌与吸烟的因果关系最为明显。

阻塞性呼吸系疾病 烟气中刺激性化合物长期、慢性作用于呼吸道及肺组织，可诱发亚临床呼吸道炎症，破坏呼吸道生理屏障及免疫功能，并在此基础上增加呼吸道感染机率。慢性炎症的积累加速了气管支气管的纤维化，使其弹性削弱。烟气中有毒颗粒物不断为肺巨噬细胞吞噬，导致巨噬细胞累进性死亡，释放出溶纤维蛋白酶，累进性地破坏肺泡壁的纤维蛋白结构。所有上述因素，使吸烟者的慢性支气管炎、支气管哮喘、哮喘性支气管炎以及肺气肿的患病率大大高于不吸烟的正常人群。

心血管疾病 吸烟者能增加心血管疾病的发病率，加重原有的冠状动脉疾病。因烟草烟气中含有高浓度的CO与CO_2以及HCN、腈化物、氮氧化物，它们能影响红细胞的携氧功能。CO与血红蛋白结合形成碳氧血红蛋白，因此重度吸烟者吸入体内的氧气要比不吸烟者减少8%左右；加上HCN及腈化物尚有抑制细胞内呼吸的作用，使细胞内氧化还原酶系统无法利用氧气。因此，长期吸烟者的心血管系统患病率要比不吸烟人群为高。

预防 世界卫生组织将1988年4月7日的世界卫生日定为无烟草日(戒烟日)，1989年起把每年的5月31日定为无烟日，各国先后制定了各自的反抽烟政策，取得一定成效。如丹麦的办法是课以重税，使香烟售价昂贵，其中87%列为税收；瑞典对工作场所(包括办公室和工厂车间)一律禁止抽烟；冰岛下令不准在出租汽车内抽烟；比利时1987年9月1日规定，对在公共建筑内如医院、学校、邮局、公厕等抽烟者将处以最高达18 000法郎的罚款。1989年中国人大常委会确定由卫生部组织制订《中国烟草危害控制法》，以防止吸烟的危害。但预防吸烟的最根本措施还是要提高全民族的文化卫生水平，使极大部分居民明确吸烟的危害，造成人人互相监督及规劝的局面，从而使广大人民逐步做到晚吸烟、少吸烟以至不吸烟。至于在公共场所，则应制定禁止吸烟的公共卫生法规，因公共场所吸烟对人类是一种不能容忍的"公害"。

酗酒

酗酒(excessive drinking)是指饮酒者饮用酒精的量和次数达到了妨碍正常生活的程度，如损害了健康，破坏了与他人的正常交往和影响了工作等。

原因 较为复杂，包括生理、心理和社会因素。

生理因素 主要指遗传。关于遗传对酗酒行为的作用，争议很大，但有资料表明，同为过继家庭中成长的人，生父母有酗酒史者的酗酒率为生父母无酗酒史者的2倍。

心理因素 研究中发现，个性脆弱、焦虑感大和情绪

不稳定的人群中酗酒率高。家庭朋友的酗酒行为和社会压力、社会对饮酒的态度对人们酗酒的影响也颇大

危害 主要有以下两方面。

社会危害 在美国，酒精饮料饮用者约有1亿人，其中约有12%—15%可认为是酗酒者，并且每年以新增20万的速度递增，青少年酗酒的比例也越来越高。酗酒者的分布范围极广，涉及社会各个领域和各个年龄段。酗酒给社会造成了重大危害。例如在美国，50%的交通事故遇难者和受伤者与饮酒有关；50%的凶杀案、40%殴打案、35%的强奸案和30%的自杀事件与酗酒因素有关；被逮捕人群中1/3与酗酒有联系；每年因酗酒而造成的经济损失达250亿美元。酗酒者的平均寿命比正常人少12年，酗酒目前是美国的第三位死因。

对人体的危害 主要表现为醉酒、饮酒成瘾和精神异常。

(1) 醉酒：会出现自制力和判断力下降，协调能力降低。主要是因为酒精是中枢神经抑制剂，一般认为血液中酒精含量超过0.1%时即可能出现醉酒。醉酒者的行为不容易自我控制，所以酒精有时被称之为暴力犯罪行为的祸首。但适量的饮酒，如果血液中酒精浓度不超过0.06%，饮酒者会出现精神放松和温暖的感觉。

(2) 饮酒成瘾：长期的饮酒不节会引起酒精依赖性，俗称酒瘾。酒精依赖性的产生过程大致可分四个阶段。①酗酒前期：想通过饮酒来解除工作和生活中的紧张焦虑，表现为期望过高过多，酒精饮料消费增加，极端行为增多和清晨饮酒等。这个阶段持续时间从数月至2年不定。②症状初现阶段：酗酒者怕被人蔑视常独自饮酒，常贮存一定量的酒精饮料，饮酒时出现豪饮无两杯不可的迫切样子，与人谈话不愿涉及饮酒话题。③酗酒阶段：主要表现为对饮酒的自制能力消失。④慢性发展阶段：饮酒成为生活中的重要部分，白天或工作日醉酒时有发生。

酒瘾对人体的健康影响很大，主要为：①肝脏负担过重；出现脂肪肝。②导致营养不良：酒精是高热量饮料，过量饮酒可导致其他营养成分摄入不足，饮食减少。③机体免疫能力下降：因为酒精有抑制白细胞活性的作用。④个性缺陷：酗酒者生活没有条理，责任心降低，忽视家庭、工作和朋友。

(3) 精神异常：酗酒还可能引起一些精神问题，如病理性醉酒、酒后谵妄、急性酒精性幻觉和Korsakoff精神病等。

防治 国内对酗酒的研究很少，国外尤其是美国对酗酒进行了大量的研究，积累了丰富的资料。原因之一是，在美国和苏联等国家，酗酒已成为严重的社会问题。但是随着中国生活水平的提高，如果目前不予以重视，在不远的将来，酗酒同样也可能成为严重的社会问题。

对酗酒的治疗方法，大致可归纳为如下两方面。

(1) 生理疗法：包括解酒和厌恶反射疗法。前者是针对醉酒症状进行治疗，后者是通过给酗酒者在饮酒时增加一种不舒服的刺激，久而久之，这种与饮酒同步产生的不舒服刺激会引起酗酒的厌恶，这样可达到戒酒目的。

(2) 心理治疗：有团体疗法、社会疗法和匿名疗法等。团体疗法是指迫使酗酒者面对自己的问题，了解可能的后果，然后由他们讨论决定该如何戒酒。社会疗法则是通过让酗酒者了解他们的家庭成员、朋友、同事和领导对酗酒的态度和对酗酒的人的期望，以增加戒酒的决心。匿名疗法的前提是保守病人的酗酒秘密，不要求他们披露自己的姓名，不记病历卡等，以增加他们求医的决心，在这基础上灵活选用有效疗法。

性行为

性行为(sex behavior)是指直接或间接的性亲近、性关系和变相的性关系，由生理本能驱动，它表现和实现了性的欲望。

男子的初次遗精与女子月经初潮是具备了性行为能力的标志。但性成熟前的少年和儿童就会对性问题感兴趣。什么时候开始第一次性行为，不同个体、不同的社会和时代各异。除了个体差异外，社会化都市化的程度、性教育和性知识的普及程度、社会和家庭对待性的态度、获得社会上经济独立的年龄以及避孕措施的推广等，都可能促使青少年过早开始性生活以及对性行为持宽容态度。

正常性行为 正常性行为有两条标准：一是必须符合社会规范如法律和道德规范，二是具备满意的性生活能力。正常性行为是人们日常生活的一个组成部分，起着稳定家庭和社会，繁衍人类的作用，也有益于性行为者的身心健康。

异常性行为 影响身心健康、扰乱社会秩序的是异常性行为，包括性行为偏离、性变异和性功能障碍之类。

性行为偏离 是指非共同性感的性行为，大多是触犯法律的行为，对受害者极其有害。包括裸露癖、观淫癖、物恋、色情狂、施虐与受虐狂、兽恋、童恋、猥亵、乱伦和强奸等。其中童恋、乱伦和强奸是法律严格禁止的，其他类型的性行为偏离受法律制约较轻。裸露癖是性犯罪中最为普遍的一种，猥亵其次。有报道说乱伦的发生率在人群中高达1%，但因难以调查，很难估计确切数字。性行为偏离人群中，许多人性能力不足，胆小，得不到正常的异性爱，他们的许多行为都是象征性的，借以证明自己的性功能。使用暴力的人中血液的雄激素含量偏高。强奸犯中处于社会低层、受教育较少的人多见，另外这类行为可能与模仿学习和人际关系缺陷等因素有关。许多人主张用激素进行治疗，其他的方法诸如脱敏疗法、厌恶反射疗法也有一定效果

性变异 是指两厢情愿但被认为是违反习俗的性行为，经常受到谴责，甚至被认为是犯罪，如婚前性行为、婚外性行为、手淫、卖淫、乱交、同性恋等。对这些性行为的

看法各个国家之间在不同的时代差异很大。以前认为手淫可能带来精神问题，随着研究的深入，发现只要不过于频繁，手淫不会引起什么问题。同性恋可见于各种年龄，以未婚少年多见，一般认为男性多于女性。现在大多数精神病学家认为同性恋不过是一种变异的生活方式。但男性间的鸡奸可以传播一种逆转录病毒，经直肠粘膜吸收，形成自身免疫而破坏免疫功能，使患者易于感染多种病毒和条件致病菌，这是同性恋人群中艾滋病的发病率远远高于其他人群的重要原因。美国等对婚前性行为和婚外性行为的态度较为宽容，甚至认为这是个人的私事，别人无权过问。但是性变异带来了许多健康问题和社会问题。如乱交导致性病发病率的增高。全世界约有上千万人卖淫，卖淫除了损害卖淫者的身心健康外，还是性病流行的中介。在西方国家婚外性行为较多见，并且一直呈上升趋势，这给家庭、孩子和社会都带来了消极后果。导致性变异的原因视不同类型而异，有的是社会因素占主导地位，如婚前婚外性行为、乱交、卖淫等，控制的方法主要依靠社会干预；有的是个体心理因素起主导作用，如同性恋，对同性恋的治疗效果不明显。

性功能障碍 即缺乏满意的性生活能力，患者相当普遍。诸如性欲抑制症、阳萎、性感缺乏、性生活引起疼痛和阴道痉挛等，很少是由医学上原因引起，主要是精神心理因素导致，如紧张焦虑和悲观、对性持否定态度、性知识缺乏和人际关系失调等。治疗效果很好，问题是寻求治疗的人较少。

药瘾

药瘾(drug addiction)是指长期服用某些药品后，服用者生理上或心理上对该药产生依赖性，渴望继续服用的行为。

能引起药瘾的主要是一些作用于神经系统的药品，种类有数百种之多，大致可分成镇静剂、麻醉剂、兴奋剂、止痛剂和致幻剂五大类。这些药品大部分具有一定的临床治疗作用，但使用范围被严格控制。滥用这些药品习惯上称为吸毒(见“镇静剂和成瘾毒品”条)。

吸毒和滥用药品以致成瘾，其中原因复杂，与酗酒有相同之处，可归因于心理、生理和社会方面的因素，具有文化、历史和个体的多种根源，这种复杂现象有必要从社会结构和功能的角度去解释和理解。

全世界有成亿人吸服各种合法或非法的毒品，仅美国约有3 000万人滥用这些药物并成瘾。吸毒者年龄分布很广，常见于青少年和青年。吸毒成瘾给吸毒者带来很大的危害，且构成了严重的社会问题。如吸毒者的正常生活和工作能力丧失，社会地位受影响和经济负担加大；吸毒者的社会道德观念淡薄，为了获取药品会采用一系列不良行为，如偷、撒谎、卷入黑社会和卖淫等；吸毒者的饮食起居缺乏规律，因使用不洁注射工具导致感染；毒品本身的作用可引起健康问题；吸毒成瘾会导致个性缺陷；但因吸毒直接引起的犯罪行为较少。

治疗方法基本与戒酒疗法类同，要注意戒断症状。但治疗并非万能，根本性的措施是进行社会性干预。

性格

性格(personality)是表现在人的态度和行为方面的较稳定的心理特点，如寡断、刚强、懦弱等，是个性的重要组成部分。根据对一些问卷的回答，可以把人群粗分为A、B两种性格。例如性格好胜，易冲动，从事多种活动，对别人的缓慢行动常不耐烦者为A型，其相反者为B型。实际上还有很多人的性格介乎此两极端之间。西方冠心病协作研究组在随访调查中发现A型性格者冠心病发病率及现患率均高于B型性格者。A型性格不仅与临床冠心病的发生有关，也与发生心肌梗塞及心绞痛的过程有关。根据尸解结果报道，A型性格者冠状动脉硬化及动脉硬化者均较B型为多。有人认为精神因素如忧虑、紧张可以影响血中甘油三酯的升高，使β和α脂蛋白的比值增加，导致血清胆固醇升高，未脂化的脂肪酸浓度升高，从而增加血液的粘稠性，易于在血管壁上发生脂质沉着。因此性格虽是个体特征的外观表现，却通过具体的物质变化而起作用。现代预防医学对健康的要求，强调身心健康和社会幸福，这个概念主要指有健全的身心状态和完满的社会适应能力。

社交

社交(social contact)是指社会上人与人间的交际往来。它是人类社会物质文化生活的影子。社会越趋向文明，社交越成为文明社会的一把尺子。因此社会学家认为，社交也是衡量一个国家现代化程度的指标。

现代社交有多种形式，在中国目前常见的种类有午餐会、舞会、音乐茶座、沙龙、旅游、诗社、文学社、智力竞赛和各种企业家俱乐部等。人们通过社交可以择良友，增智慧，长见识，建友谊，通信息，添能力。社交的过程既是充实自己，又是使自己心灵充满生机的过程。

从心理上讲，人有社交的需要，这是人基本的心理需求层次之一。社交是人的内在心理需求的外观表现形式，是人的一种社会心理动机。当人的社交这一基本心理需求得到满足后，就会产生一种被人接纳的欣慰感，使人的精神有所寄托。

社交活动还有益于人的身心健康。不少社交活动可以说是一种体质上的锻炼和身心上的享受，也是一种积极的休息方式。作为社会活动的交谊舞，在机体的运动中不仅能满足筋骨、肌肉、身心协调发展的需要，而且使人沉浸在轻松自如、愉快和谐的气氛中，让大脑处于最佳休息状态，并能消除疲劳，有助于睡眠，减少神经衰弱、消化

不良、肥胖、高血压等，还能纠正青少年形体的不良姿态等。有调查表明，平时社交活动较多者，发生冠心病死亡的比例较低。一个善于社交活动的人，心胸往往开阔；而一个寡于社交的人，其心胸常是狭隘的。狭隘的心胸易使人产生忧郁、紧张等不利于身心健康的行为方式。

老年人尤其是退休后的老年人更应该多接触社会，参加社交活动。

环 境

绿化

绿化(green areas)就是种植树木花草。城市和村镇的大面积绿化，对净化大气，减弱噪声，调节气候和美化环境起着重要作用。森林植被，不但可提供国家经济建设和人民生活需要的大量木材，而且还能保护生态平衡，防止水土流失，预防风沙、干旱、洪涝等自然灾害。

绿化的益处 绿化在保护环境上的作用和对健康的影响有以下几方面。

净化大气 绿色植物在进行光合作用时，吸收空气中的二氧化碳(CO_2)，放出氧气(O_2)。通常10 000 m^2的阔叶林绿色植物，在生长季节，一天大约能吸收1 000 kg CO_2，同时能产生750 kg O_2。正常成年人在安静时，每分钟呼吸16—18次，每次呼出或吸入空气500 ml，吸气中约含O_2 21%，CO_2 0.03%；呼气中约含O_2 16%，CO_2 3.4%—4.4%；按每人每天呼吸需O_2 0.75kg，排出CO_2 0.91 kg计算，那么只要有10 m^2的森林绿化面积，就能把一个人一天呼出的CO_2全部吸收掉，并能供给所需要的O_2。生长良好的草坪，在进行光合作用时，每平方米草坪每小时能吸收CO_2 1.5 g，因此如果有25 m^2的草坪，也能把一个人一小时呼出的CO_2全部吸收掉。

大气中某些污染物浓度过高，能危害树木生长，但不少绿色植物具有吸收有毒气体的能力。如柳杉、泡桐、夹竹桃、紫藤、枫树、柑橘等能吸收二氧化硫；刺槐、桧柏、丁香、女贞、向日葵等能吸收氟化氢；槐树、银桦、悬铃木等能吸收氯和氯化氢；桑树、夹竹桃、棕榈等能吸收二氧化氮；加拿大白杨、桂香柳等能吸收醛、酮、醚等；银杏、柳杉、夹竹桃等能吸收臭氧。

许多绿色植物，特别是树木，有明显的阻留、过滤、吸附尘粒的作用。这是因为树木密茂的枝叶，具有强大的减低风速作用，使灰尘容易降落；另外还由于树叶表面粗糙不平，多绒毛，有的还能分泌粘性的油脂和浆汁，容易粘附大气中的尘粒。粘附尘粒的植物，经雨水冲洗后，又能恢复它的吸尘能力。高大树木的叶面积，往往比它占地面积大60—70倍，粘附尘土能力很强。据测定，绿化地带空气中的含尘量是街道上空气含尘量的1/3—2/3；草坪也能减少空气中的含尘量，因而都能起到净化大气的作用。许多绿色植物能分泌杀菌素，如桉树分泌的杀菌素能杀死结核杆菌和肺炎球菌。

总之，由于绿色植物具有制造氧气、吸收有害气体、阻留尘粒、杀灭病菌等功能，可对人体健康发生良好影响。

减弱噪声 绿色植物对声波具有吸收和反射作用。当声波通过绿色林带时，由于枝叶摆动，能使声波减弱而逐渐消失；同时，枝叶表面的气孔和纤维状绒毛就像多孔的纤维吸音板，能吸收部分噪声，因此能有效地减弱噪声强度。根据测定，30 m宽的绿化林带能降低噪声6—8 dB；40 m宽的绿化林带能降低噪声10—15 dB。如能在城市街道两旁设置6 m宽，由一行乔木和一行灌木组成的防护林带，就能减轻交通噪声对人们的干扰。

调节气候 绿化能改善城市小气候，在某种程度上调节和改变大气的温度和湿度，缓和太阳辐射热。夏季树荫能遮挡太阳，减轻炎热和防止日晒；同时，由于绿叶表面蒸发水分时，需要吸收热量，故能降低绿化地带的气温，一般森林里的夏天气温可比城市内低3—5℃；城市绿化适当，可加速市中心区热气流上升，就能得到来自郊区绿化林带较凉空气的补充，从而对城市的气候起到自然调节作用。

美化环境 通过城市乡村的大面积绿化，形成绿树成荫、繁花似锦的美丽景色，给人以清洁、舒适和富有生气的感觉，对人们心理起调节、镇静作用，有益于人体的代谢活动。而接近住宅区的花园，更是居民经常游憩的良好环境，树木花草四季变化的色调，千姿百态的树影，装饰着住宅环境，给人们以美感，令人心旷神怡，并增加住宅区愉快的生活气息。

绿化的方法 要充分发挥绿化在卫生保健和美化环境上的效果，必须有足够的绿化面积和合理的布局。城市和乡村绿化分布一定要均匀，要把庭院花草树木、行道树、林荫道和市、郊公园林地连结起来，形成一个完整的绿化系统。绿化面积应大一些，一般不应小于居住区总面积的40%。为了尽快发挥绿化的卫生效果，应选择树冠大、生长快、发芽早和落叶晚的品种。此外，还可以间种一些花草、果树、灌木等。工业区与居住区之间应有一定宽度的绿化防护林。在排放有害气体的工厂周围，有计划地在强烈烟污地带选择栽植一些抗污吸尘能力强的树种，以减少有害气体对周围环境的污染。但应注意树木密度不宜过大，以免妨碍气体扩散。

自然疫源地

自然疫源地(natural focus)指某种疾病的病原体可在自然界野生动物中长期保存并造成动物疾病流行的地区。在一定条件下，人进入该地区可受到感染。这种由野生动物传给人的疾病称为自然疫源性疾病。不少自然疫源性疾病如森林脑炎、恙虫病等借媒介昆虫传播；亦有不经昆虫传播的疾病，如狂犬病、钩端螺旋体病等。自然疫源地学说认为，疾病的易感动物、病原体及媒介是特定生境中生物群落的成员。各种有机体在生物群落中的相互关系，是它们在没有人介入的一定外界条件下的进化过程中形成的。在适合于某疾病的易感动物、病原体及媒介生存繁殖的自然环境里，疾病可在动物中循环。这个地区叫基础疫源地。数个基础疫源地的动物或媒介活动所及的范围，亦即人可能受到感染的范围称自然疫源地带。自然疫源地带的外界环境，可因自然因素、社会因素的影响而改变，自然疫源地带的范围也因而随之扩大或缩小。只有在基础疫源地的生境被破坏后，自然疫源地才算消灭。由于基础疫源地有一定的生境范围，这就决定了自然疫源性疾病的地方性。由媒介昆虫传播的疾病，因为媒介昆虫往往有一定的活动季节，故亦呈现季节性。例如森林脑炎的媒介蜱的活动从3月末开始，以6月为高，则病例于4月出现，高峰多见于6月。

臭氧层

臭氧层(ozonosphere, ozone layer)亦称臭氧圈，位于大气圈的上部，是平流层(位于对流层顶到距地面30 km之间)中的一个层次。它大部分位于离地面20—25 km高度，范围扩大时可下降到15 km及上升至55 km处。该层空气中的氧分子经太阳紫外线的作用，分裂成氧原子，氧原子与氧分子结合成臭氧(O_3)，故称此层为臭氧层。O_3虽集中在该层，但其含量仅占同高度空气体积的十万分之一以下，并随纬度、季节和天气等变化而有所差异。

臭氧层的作用 臭氧层能吸收太阳射出的紫外线，对大气圈的辐射平衡起着重要作用。太阳辐射穿过地球的大气圈时，能量发生一系列选择性的减少和转换，实际只有一半左右到达地表，其余的34%反射和散射到空间，19%为大气所吸收。太阳辐射中的紫外线则大部分没有到达地表。如果它们全部到达地表，则除被照射的细菌将被杀灭外，动物的组织也将受到严重烧伤，人类的皮肤癌发病率将急剧增加。O_3对200—320 nm波长的紫外线有强烈的吸收作用，对450—700 nm波长的可见光则吸收能力很弱。O_3吸收阳光谱中紫外线后，可分解成氧分子和氧原子。氧原子再和分子氧结合又生成O_3。这一连串反应的总效应是O_3作为一种催化剂将紫外线的能量转变成热能，这也是平流层有较高温度的原因。

由于大气平流层中有臭氧层的存在，可使对流层(接近地面的一个大气层次，高度约8—18 km)和地球表面免受太阳辐射光谱中过量紫外线辐射的影响。因此，臭氧层的存在是地球上生物圈得以存在的一个重要因素。

大气污染对臭氧层的破坏 关于平流层受大气污染可导致臭氧层发生部分枯竭的可能性，现已成为全球规模潜在的严重环境问题。平流层大气由于在垂直方向混合很慢，而在水平方向混合则很快，有害污染物一旦进入平流层，就能在该层滞留达数年之久，并迅速向水平方向扩散分布于全球。从大气下层逐渐扩散到平流层的某些污染物，如含氯化合物、氮氧化物，对臭氧层具有破坏作用。

含氯化合物 尤其是氯氟烃类对O_3具有明显分解作用，一个氯原子能分解数十万至数百万O_3分子，从而可打破平流层中O_3与O_2的平衡。氯氟烃类化合物，如$CFCl_3$、CF_2Cl_2，化学惰性大，相对无毒，已广泛用作喷雾剂、致冷剂，1985年全世界产量已达160万吨，并被大量排放到大气中。20世纪70年代中期，科学家们开始认识到，含氯氟烃不可能被大气层完全同化，因而可扩散到平流层，并在平流层中分解，释放出游离氯原子。氯通过与氢化合生成盐酸(HCl)而脱离同温层，最终以降雨形式返回地面。但这一过程非常缓慢，因此在同温层中相当少的氯原子能产生明显而长时间的效应，引起臭氧层持续减少。目前释放的含氯氟烃到达平流层大约需要10年，由于氯的催化性质，其后果则可能持续数百年。

此外，含氯氟烃并不是对臭氧层的唯一威胁，四氯化碳是游离氯原子的另一重要来源，也值得引起重视。

氮氧化物 也能分解O_3，在一定程度上和氯相似。有人提出，过快地发展超音速飞机，将会破坏臭氧层，其原因是这种超音速飞机在大气平流层飞行，而平流层中空气稳定，由飞机排出的污染物在平流层中可终年不散，其中所含的氮氧化物可通过下述反应，破坏臭氧层原有的平衡：

$$NO+O_3 \longrightarrow NO_2+O_2$$
$$NO_2+O \longrightarrow NO+O_2$$

结果使原来可吸收紫外线的臭氧层大量减少，从而导致过量的紫外线将透过大气层，威胁地球表面的生物及人类。

酸雨污染

酸雨(acid rain)通常指pH值<5.6的酸性降水，包括雨、雪、雹和雾。正常空气中含有二氧化碳，遇水生成碳酸。在一般情况下，洁净的天然降水也偏酸性，pH值约在6—7左右。大气受到二氧化硫(SO_2)、氮氧化物严重污染时，这些酸性污染物与雨滴作用，使降雨呈明显酸性。其中酸雾的pH值更低。据研究，酸雾的酸性可达酸雨的100倍。当酸雨的pH值小于或接近于5.6时，可对自然生态及人的健康产生不良影响。

酸雨污染及其危害 早在1852年即为英国科学家所发现，1926年挪威淡水渔业观察员注意到并记载了新孵化的鲑鱼苗突然死亡与水的酸度有关。50年代后期，比利时、荷兰和卢森堡也测出了酸雨。10年后，酸雨又在法国、英国等欧洲许多国家及美国、日本等地不断蔓延和加重。不少国家酸雨pH值在4—4.5范围内，个别低于3.0。中国在1985—1986年对27个省、自治区、直辖市进行了酸雨的时空分布及对生态影响的专门调查研究。结果表明中国降水pH值范围为4.5-7.5。pH值<5.6的酸雨样品占总降水样品的35.2%。中国酸雨的出现频率高、酸度大、面积广，特别是长江以南各城市较为严重。污染是以工业城市为中心的局部地区污染居多，降水中SO_4^{2-}与NO_3^-之比大大高于国外重酸区，是典型的硫酸型污染。

酸雨形成的机制 酸雨的形成是一个复杂的过程，其机制目前尚不太清楚。一般认为，大气中二氧化硫、氮氧化物等酸性污染物增多后，这些污染物在高空经阳光等作用与水蒸汽和氧结合，然后在一定条件下(氧化剂或催化剂如O_3、H_2O_2、Mn^{2+}的作用)生成硫酸、硝酸和盐酸，并附在水滴、雪花和微粒物质上沉降下来，形成酸雨或其他形式的酸性降水。总之，形成酸雨的条件是：①大气中SO_2和NO_2污染严重。②大气中有足够的氧化剂和催化剂。③不利于大气污染物扩散的气象和地理条件。④另外还取决于大气中的碱性物质(如气态氨、碱性扬尘)的量。中国北方虽然SO_2污染严重，但由于北方碱性环境的中和作用，故很少形成酸雨。

酸雨的危害 是多方面的，它作用缓慢，影响面广，其严重后果是降低湖泊、溪流和整个陆地生态系统的pH值。酸雨的主要危害有：①酸雨出现时，空气中硫酸雾和硫酸盐雾增多。硫酸雾对人的毒性比SO_2约高10倍，其微粒可随呼吸而深入肺组织，引起肺水肿。②使水体酸化，鱼卵不能孵化或成长。酸性的水体有利于有毒金属从土壤或底泥中溶出，增加对鱼类的毒性并影响其他水生生物的生长，甚至导致鱼类绝迹。另外，被酸化的水体可影响微生物的活动，从而使有机物分解速率减慢，有机物沉淀增多。目前有些国家和地区因水体酸化，使得一些河流、湖泊"死亡"，水体生态系统完全被破坏。③酸雨破坏土壤和植被。由于过多的酸和硫长年累月地沉降和土壤内部的离子交换，使钙、镁、钾等养分流失，土壤中和能力下降，酸性增高，继而活化了土壤中的重金属，导致土壤日趋贫瘠，土壤毒性增加，使树木、农作物生长受到抑制。同时，酸性环境影响土壤中微生物生态系统，影响氮的生成，有利于土壤的真菌繁殖，危害树木和农作物的根系，导致树木大面积死亡，庄稼枯黄。④腐蚀建筑物和其他设施，如历史文化古迹等，造成难以估量的经济损失。

防治酸雨污染 由于中国酸雨主要是由SO_2污染造成的，因此，防止酸雨污染主要途径是改变能源结构，减少由于燃煤而来的SO_2对大气的污染；采用排烟脱硫技术，回收SO_2以减少燃煤过程向大气排放SO_2，是中国目前主要的消除酸雨污染措施。

光化学烟雾

光化学烟雾(photochemical smog)主要是汽车废气和石油化工等工业废气在强烈日光照射作用下所形成的一种不同于煤烟型的大气污染现象。这种大气污染是烃类、氮氧化物等污染物在强烈日光中的紫外线辐射作用下，经一系列光化学反应生成的二次污染物在气温逆增和微风(不易扩散)下形成的浅蓝色烟雾。它的主要成分是臭氧、过氧酰基硝酸酯、醛类、酮类、过氧化氢以及由硝酸盐、硫酸盐形成的气溶胶微粒。光化学烟雾具有特殊的气味，化学氧化性强，对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。50年代在美国洛杉矶，70年代在日本东京、大阪以及世界一些大都市都发生过由汽车废气造成的这种大气污染事件。以1956—1957年在美国洛杉矶发生的和1970—1971年在日本东京、大阪发生的烟雾事件最为严重。中国1979年7—9月在兰州地区也曾发生过由石油化学工业废气污染造成的光化学烟雾事件。

光化学烟雾的形成过程 大气中烃类和氮氧化物等污染物的主要来源是汽车废气，其次是石油、化工和氮肥、硝酸制造等工业。氮氧化物可在两种情况下生成：①含氮有机物的燃烧。②在高温燃烧的条件下，由空气中的氮气被氧化而成。烃类的产生也有两种情况：①由于没有燃烧完全的汽油本身。②由于燃烧时汽油裂解而生成的烃类化合物。光化学烟雾的形成非常复杂，其主要过程是：①氮氧化物和某些烃类同时污染大气，并由于强逆温和低风速而浓集于大气中。②由强烈的阳光导致初级光化学反应：二氧化氮被光解为一氧化氮和原子氧，后者与空气中的氧分子反应形成臭氧；甲醛被光解为氢原子，后者和氧气再化合形成自由基。③臭氧、原子氧、一氧化氮和二氧化氮等与烃类(包括自由基)发生氧化反应，形

成多种反应产物，其中包括大量的臭氧、醛类、酮类、过氧酰基硝酸酯以及硝酸盐、硫酸盐和某些高分子有机物所形成的气溶胶微粒等。这些光化学反应产物在大气中扩散，其浓度变化有时间性，通常清晨低，中午最高，傍晚下降。如遇特殊的气象条件［夏秋季强烈日光、气温逆增、微风（<2—3 m/s）］和地理条件（滨海靠山、低纬度地区），污染物不易扩散，蓄积在大气中即可形成光化学烟雾。

光化学烟雾形成的主要化学反应　反应过程如下

(1) 臭氧的形成及其与NO_2的不断更替：

NO_2＋光能（290—420 nm）$\longrightarrow NO+\dot{O}$

$\dot{O}+O_2+M\longrightarrow O_3+M$

$NO+O_3\longrightarrow NO_2+O_2$

（小点“·”表示游离基；M为吸收能量的物质如N_2、H_2O等）

(2) $H\dot{O}$、$H\dot{O}_2$等游离基的生成：

HONO＋光能（290—400 nm）$\longrightarrow H\dot{O}+NO$

HCHO＋光能（290—370 nm）$\longrightarrow \dot{H}+HC\dot{O}$（甲酰基）

$\dot{H}+O_2+M\longrightarrow H\dot{O}_2+M$

$HC\dot{O}+O_2\longrightarrow H\dot{O}_2+CO\longrightarrow HCO\dot{O}_2$（过氧甲酰基）

(3) 臭氧、游离基与烃等反应：

O_3＋RH（烃）$\longrightarrow R_aCHO$（醛）＋$R_bC\dot{O}_2$（氧酰基）

$O_3+H_2C=CH-CH=CH_2$（丁二烯）$\xrightarrow{光能}$ $CH_2=CHCHO$（丙烯醛）＋HCHO（甲醛）＋$\dot{O}$

$H\dot{O}+O_3+\dot{O}$＋RH（烯烃）$\longrightarrow H\dot{O}_2+RHCO\dot{O}_2$（过氧酰基）

(4) 过氧酰基硝酸酯的生成：

$RCO\dot{O}_2+NO\longrightarrow RCO_2+NO_2$

$RCO\dot{O}_2+NO_2\longrightarrow RCOO_2NO_2$（过氧酰基硝酸酯）

上述反应所产生的臭氧、氮氧化物、过氧酰基硝酸酯、醛类、过氧化氢等物质都具有很强的氧化能力，在应用碘化钾法作测定时能使碘从碘化钾溶液中释出，因此通称为光化学氧化剂。它们的总量称“总氧化剂”，其中臭氧占85%，过氧酰基硝酸酯占1%。

对健康的危害　光化学烟雾对健康的危害主要是引起眼睛红肿、流泪、头痛、喉痛、咳嗽、气急等症状。当光化学氧化剂作用1 h，浓度为0.05 ppm能引起头痛；0.15 ppm能引起眼刺激；0.27—0.29 ppm引起咳嗽及胸部不适。此外，浓度0.1—0.25 ppm的氧化剂能使儿童肺功能降低，促进哮喘病人发作和降低运动员的竞技状态；0.2—0.7 ppm的浓度，可使慢性呼吸系统患者病情恶化。

臭氧　是光化学氧化剂主要成分，具有很强的氧化作用。它主要刺激和损害深部呼吸道，对眼睛有轻度的刺激作用。当大气臭氧浓度为0.05—0.1 ppm时，使人产生不愉快的气味，并增加运动时的呼吸频率；0.1—0.3 ppm时引起眼睛刺激，并能使眼肌平衡失调、视敏感度下降；0.3—0.5 ppm时，能改变神经敏感性、降低思维能力，并增加气道阻力，引起胸闷和咽喉刺激，严重时可导致肺水肿。

过氧酰基硝酸酯和醛类等氧化剂　对眼睛有强烈的刺激作用，能引起结膜炎。醛类还有刺激皮肤作用。光化学气溶胶能吸附、凝集气体污染物，将其带入呼吸道深部，加重气体污染物的毒害作用。

光化学烟雾的其他危害　光化学烟雾能损害植物，使树木枯死，农作物和果树大幅度减产；还能降低大气的能见度，影响飞机安全飞行和汽车的安全行驶，增加事故的发生；并可促使橡胶、塑料制品的老化和脆裂。

预防　为了预防光化学烟雾污染，须制定汽车废气排放标准，并加强对现有汽车的管理，定期对汽车发动机的性能、排气状况和汽油质量进行检查，不符合要求的汽车应给予限制。改进石油化学工业的工艺流程，安装废气处理设备。制订大气中总氧化剂标准，设立大气监测网。世界卫生组织光化学氧化剂基准工作小组认为，大气中0.05—0.1 ppm的臭氧可以作为保护人群健康的警戒线，并把120$\mu g/m^3$（0.06 ppm）的氧化剂浓度作为周围大气中氧化剂的接触限值。美国大气质量标准（1979年）规定：臭氧的最高容许浓度为0.12 ppm（1 h平均浓度）。美国大气质量标准（1971年）规定烃类物质（不包括甲烷）为0.24 ppm（上午6—9点的3 h平均浓度）。中国《大气环境质量标准》（1982年）规定的臭氧1 h浓度限值为：一级标准0.12 mg/m^3；二级标准0.16 mg/m^3；三级标准0.20 mg/m^3。

温室效应

温室效应（greenhouse effect）是指由太阳光中红外线引起的热辐射，对透光的密闭空间通过热交换而产生的保温效应，如玻璃暖房就属于这种效应。在环境科学领域中，温室效应则是指由于环境污染导致大气中二氧化碳（CO_2）含量增加，因CO_2能强烈地吸收红外辐射，从而使地面大气层温度升高，妨碍了地面热量的扩散，干扰了地球热平衡的作用。

温室效应机制　正常大气CO_2含量占0.03%左右，它来源于动植物的呼出，矿物燃料如煤、石油、天然气等燃烧时的释放，以及动植物死亡后含碳有机物的分解，火山爆发和森林火灾等自然现象也会使碳元素变成CO_2进入大气中。大气中的CO_2通过光合作用被植物大量吸收，也可被海水大量吸收，形成碳酸盐沉积海底。自然情况下，大气中CO_2的产生及消耗处于一种平衡状态。

生物燃料　　　　　　　　　　　　植物吸收
　　燃烧　　　　　光合作用
动植物　呼吸　　·大气中CO_2
　　残体腐烂氧化
　　　　　　　　海水吸收
火山爆发　　　　　　　·碳酸盐沉积海底

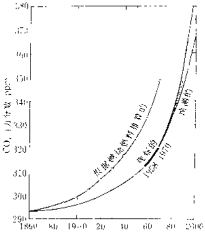
虽然大气中CO_2所占比例很小，但它却是一种极重要的气体，除可作为植物养料外，它还具有吸热的能力，CO_2特别容易吸收 660—8 000 nm及 >13 000 nm的近红外及远红外区光线。到达地面的太阳光能量将地面物体晒热，这些物体便不断地以长波（红外）辐射形式，将热量散发返回空间，维持地球的热平衡和平均气温。值得注意的是：到达地表的太阳辐射的波长及反射到空间去的能量波长，两者的光谱发生了位移，入射的太阳能约有99%的波长是在 290—40 000 nm的光谱范围内，被大气和地面所吸收的太阳能转变为热辐射后再辐射到空间去的波长要比入射时大得多，更容易被大气CO_2所吸收，从而引起近地面层空气温度的增高。这种现象具有和玻璃暖房相似的作用。大气颗粒物污染增高，可使太阳辐射在到达地表之前，大量地被反射到空间去，阳光的反射率每增加 1%，地球平均气温约下降 1.7℃。因此，大气颗粒物对地面热量的影响具有和CO_2相反的效应。

大气中CO_2含量　在工业革命前，由生物燃料燃烧产生的CO_2量和被绿色植物利用及海水吸收的CO_2量大致相平衡，使得大气中的CO_2含量稳定在 0.03%（300 ppm）左右。在工业革命开始后近百年以来，人类开始迅速地开采和燃烧矿物燃料（煤、石油），使大气圈中的CO_2含量逐年增加，影响了大气中CO_2的平衡。从1860—1970 年的 110 年中，大气中CO_2浓度从 295 ppm增加到 320 ppm左右，增长了近 10%。根据世界卫生组织报道，1980 年全球CO_2排放总量约为 1950 年的 3.2 倍，达 189 500 亿吨。

下图表示自 1860 年以来大气圈中CO_2含量增加的趋势。上面的曲线表示燃料燃烧所产生的CO_2未经海洋吸收的情况下推算的大气中CO_2浓度值；下面的曲线表示根据 1958—1970 年的观察值对 1860—2000 年大气中CO_2含量上升的推算结果。

曲线表明，CO_2增加的速率最初较缓慢，越往后期增加越快。根据下方曲线预测，到 2000 年时，大气中CO_2含量将达到 375 ppm。另有资料表明：到 2040 年时，大气中CO_2将增至 560 ppm，其温室效应将使地球平均气温增高 3℃。据报道，在过去的 100 年中，地球上的海平线升高了约 15 cm，这可能是由于温度升高，水的体积增加的结果。

尽管科学家们对温室效应导致的环境效应还有争论，但在大气中CO_2大量增加会使气温转暖这一点上意见基本一致。联合国世界气象组织已在全球设立若干大



推测 1860—2000 年大气圈中CO_2浓度增加的趋势

气CO_2含量监测站，对CO_2进行长期观测，以研究大气中CO_2含量变化对气候的影响。

室内空气污染

室内空气污染（indoor air pollution）是指住宅、学校、办公室、公共建筑物以及各种公众场所内的化学、物理和生物因素污染，而不包括工厂和车间内的生产污染。室内空气污染可来自室内污染源，如燃料的燃烧、吸烟、建筑材料等；室外大气污染物也可借通风换气和渗透而进入室内。

室内空气污染物的来源及种类　燃料燃烧是室内污染的主要来源之一，燃料性质及燃烧方式对污染程度有重要影响。燃烧煤气灶可使室内氮氧化物（NO_x）、一氧化碳（CO）和颗粒物浓度增加；燃烧蜂窝煤使室内二氧化硫（SO_2）、CO、颗粒物和苯并(a)芘（BaP）的含量显著增加。吸烟是室内污染的另一重要来源。某些建筑材料和各种粘合剂等都是室内放射性物质和甲醛等污染的来源。

二氧化硫　来源于煤（包括蜂窝煤）的直接燃烧。燃煤时室内SO_2浓度高于室外。燃煤取暖时，室内SO_2可达 2.29 mg/m³；燃煤做饭时，厨房内SO_2浓度可达 0.464—4.377 mg/m³，为煤气用户浓度的 35—116 倍。煤炉用户卧室SO_2浓度为煤气用户的 20 倍左右。室内SO_2易被各种建筑物表面吸附而衰减。

颗粒物　主要来源于燃料燃烧、吸烟和人的活动。室内颗粒物浓度往往高于室外。中国北方地区冬季用火炉取暖时，室内颗粒物浓度可高达 1.0—1.5 mg/m³，室内外浓度之比为 1.2—1.7 : 1。颗粒物浓度与人群活动有密切关系，饭店、医院候诊室的可吸入颗粒物（0.05—12.5 μm）达 0.1—0.9 mg/m³，会议室可高达 2

mg/m^3。

吸烟　香烟烟气是住宅及公共场所重要的污染源。据测定，室内每天每人吸一包烟，可使颗粒物浓度增高 $20\mu g/m^3$。有人在容积为 27 m^3，换气次数每小时 0.3 次的室内吸完一支烟后，室内可吸入颗粒物的峰值达 $430\mu g/m^3$。一般认为，吸燃每毫克烟草产生的颗粒物为 $18\mu g$，CO为 $130\mu g$。

二氧化氮、一氧化氮和一氧化碳　煤和煤气燃烧是室内NO_2、NO和CO的主要来源。中国使用煤气灶的厨房中，NO_x的浓度一般为 $60-65\mu g/m^3$，CO为 $3\,700\mu g/m^3$。使用煤炉时NO_x要高出 6—7 倍，可达 $340-400\mu g/m^3$，CO可达 $27\,500-41\,750\mu g/m^3$。

甲醛　来源于室内装饰用的泡沫塑料、绝热材料和各种粘合剂，香烟烟气和燃烧的产物中也含有少量甲醛。

室内空气污染对居民健康的影响　关于室内空气污染对居民健康的影响，国内外已进行了大量调查研究。

煤　家庭用煤为燃料时，室内污染物浓度较高，对居民健康有一定危害。上海所做的多因素分析表明，燃煤污染是妇女慢性支气管炎、肺气肿、咳嗽、多痰、气急等呼吸道疾病和症状发生率升高的主要原因之一。中国云南省宣威县肺癌标化死亡率(1973—1975 年)达 26.23/10 万人，高发乡达 150/10 万人以上。经流行病学调查及毒理学研究证实，室内长期用无烟囱火塘燃烧烟煤造成室内空气污染是肺癌高发的原因。

煤气　煤气燃烧时室内NO_2浓度升高，也是引起呼吸道疾病增加的原因之一。

吸烟　流行病学调查结果初步表明，吸烟对肺功能和呼吸道症状有明显影响，且往往掩盖了其他室内污染的影响。

室内污染的防治措施　主要有以下几方面。

(1) 研究室内空气污染的现状及规律，以及室外污染对室内污染的影响，充分利用现有大气监测资料，逐步积累和健全各种人群健康调查的资料。在进行室内污染物对健康影响的流行病学调查时，要注意对以下因素进行分析：①是某一项污染物的单独作用还是多种物质的联合作用。②在室内有人吸烟时，香烟烟气和其他污染物是相加作用还是协同作用。③室内污染物对健康的影响是由于平均浓度还是峰值浓度的作用等。

(2) 通过流行病学调查，在现有大气污染物最高容许浓度的基础上，逐步制订室内空气污染物的卫生标准。

(3) 改进燃料结构及燃烧方法，降低室内污染物浓度。如用集中式取暖代替分散式取暖；逐步推广煤气化；在仍用蜂窝煤的地区改进炉具结构，提高燃烧效率；固硫以及使用封炉减污器等。

水

水(water)是人体中含量最大的组成成分，是维持人体正常生理活动的重要物质。当机体长期不进食，体内贮备的糖和脂肪完全消耗，蛋白质也失去 1/2 时，只要能正常供水，机体可在一定时期内存活。当机体丧失水分到体重的 20%时，就无法维持生命。体内水的含量随年龄增加而有所减少。如两个月的胎儿水分高达 97%，而新生儿的含水量减至74%，成年人进一步减到58%—67%。

理化性状　有水温、色、臭、味、浑浊度、pH值、总固体、电导率、酸碱度、硬度、氯化物、硫酸盐、硫化物、含氮化合物、溶解氧、生化需氧量、耗氧量、碳氯仿提取物、总有机碳及有毒物质等指标。根据各项水质指标的检测结果可以阐明水质是否符合卫生要求。

物理性状　根据水的物理性状可判断水质的感官性状是否良好，水质是否受到污染。

(1) 水温：水温改变超过一定范围时，表示有热污染的可能。水温可以影响水中溶解氧含量，微生物的生长繁殖及自然净化过程。

(2) 色：某些自然因素可以使水呈色。如流经沼泽地带的地面水因含腐植质呈棕黄色；水中大量藻类生长时呈绿色、红色或黄绿色；含低铁盐的深层地下水，汲出后因低铁被氧化呈现黄褐色。水体受工业废水污染后，可呈现该工业废水所特有的颜色。

(3) 臭：地面水流经沼泽地或有大量藻类生长和死亡分解时，可出现异臭；流经含硫地层的深层地下水可带硫化氢臭。工业废水中，有许多发臭物质，有些物质在水中的浓度低到普通化学方法难以检出时仍可闻到。

(4) 味：天然水出现异味常与过量盐类的溶入有关。水受到人为污染时，也可产生异味。

(5) 浑浊度：简称浊度，由水中的泥沙、有机物、浮游生物和微生物等造成。它主要取决于悬浮颗粒的数量、大小、形状和折射系数，而与水中悬浮物含量的关系很小。地面水常因地面径流的汇入、流速湍急和遭受污染等而浑浊。地下水的浊度往往很低，但含有大量亚铁、亚锰离子的深井水汲出后，因铁、锰离子氧化成氢氧化物可呈黄浊色。地下水受到污染后，也可出现浑浊。

化学性状　水的化学性状极为复杂，常用以下几项指标进行评价。

(1) pH值：天然水的pH值多在 7.2—8.6 之间。当水体受大量有机物污染时，因有机物氧化分解产生游离二氧化碳，可使水的pH值降低。当大量酸、碱废水污染水体时，水的pH值可发生明显的改变。

(2) 总固体：是水样在一定温度下蒸发至干后的残留物总量(蒸发残渣)。总固体愈少，水愈清洁。总固体包括溶解性固体和悬浮性固体。溶解性固体含量主要取决于溶解在水中矿物盐类的多少，也包括溶解性有机物。悬

浮性固体(悬浮物)是水中不能通过过滤器的固体物干重,也包括被悬浮物吸附的少量溶解物质。水经烧灼后,其中有机物全部分解挥发,只剩下矿物质 从烧灼后的损失量(烧灼减重)可大致说明水中有机物含量.

(3) 电导率:是指水的导电能力,单位为$\mu\Omega/cm$。在一定的温度下,电导率的大小与水中离子化物质的总浓度有关。电导率通常能说明水中溶解性矿物质的总量

(4) 酸、碱度:水的酸、碱度是分别以碱、酸标准溶液滴定至一定pH值(8.3和4.4)时的用量。水的酸度主要由游离二氧化碳、酸性盐类和有机酸形成;水的碱度主要由碳酸盐、重碳酸盐、氢氧化物等形成 天然水常呈弱碱性。如水的酸碱度偏离水源本底范围,说明已受污染

(5) 硬度:是指溶于水中钙、镁盐类(碳酸盐、重碳酸盐、硫酸盐、硝酸盐、氯化物等)的总含量。有时水中存在铁、锰、铝等盐类也会造成硬度。水的硬度可分为暂时硬度和永久硬度。水经煮沸后能除去的那部分硬度称暂时硬度,反之即为永久硬度。各地天然水的硬度,因地质条件不同,差异很大。地下水在渗滤过程中,吸收了土壤中有机物分解释出的CO_2,可使地层中的碳酸钙、碳酸镁溶解,而使地下水的硬度增高。地面水仅河床、湖底部分与地表接触,且水中的CO_2含量较低,故地面水的硬度通常较地下水低。地面水的硬度可有明显的季节变化,雨季硬度降低;干旱季节,因蒸发和接受地下水补给,硬度升高。当地面水受硬度高的工矿废水污染时,或排入水中的有机污染物分解释出CO_2,使地面水的溶解力增大时,均可使水的硬度增高。因此,硬度也可作为水质污染的评价指标。

(6) 氯化物:天然水体中氯化物的主要来源有:①水源流经含氯化物的地层。②水源受生产性或生活性废水污染。③接近海边的江河水或井水,受潮水和海风的影响,水中氯化物含量较高。通常在同一地区内,除洪水季节外,天然水体中氯化物含量相当恒定。当其突然增加时,表示水有被生活污水或工业废水污染的可能;如同时有含氮化合物增高时,则污染的可能性更大。此外,地下水中氯化物显著增高时,往往表示该水体新近被大量有机物污染。氯化物含量过高使水产生咸味,但咸味的产生也与其他化学成分有关。当同时含有钠离子时,含250 mg/L氯化物的水即呈明显咸味;如水中存在较多的钙、镁离子,则氯化物虽高达1 000mg/L,也没有典型的咸味。

(7) 硫酸盐:天然水体均含有硫酸盐,其含量受地质条件的影响很大。水中硫酸盐含量突然增加表明水有被生活污水、工业废水或硫酸铵化肥等污染的可能。

(8) 硫化物:水中的硫化物指硫化氢及硫化钠等盐类。地面水中出现硫化物,除因工业废水污染外,也可能由于生活污水污染及地面水中的有机物分解产物造成。地下水中的硫化物还可能来自地层。某些矿泉水常含有一定数量的硫化物。

(9) 含氮化合物:水中的含氮化合物包括有机氮、蛋白性氮、氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮。清洁的水不应有含氮化合物。含氮化合物的出现提示水已被人、畜粪便污染,只是程度不同而已。

(10) 溶解氧:溶解于水中的氧称为溶解氧。水中溶解氧的含量与水温、大气中的氧分压有密切关系。在自然情况下、同一地区,大气压变化不大,水温是影响水中溶解氧含量的主要因素。水温愈低,水中溶解氧的含量愈高。在标准大气压力下,水中溶解氧的饱和量为:水温0℃时为14.62 mg/L,10℃时为11.33 mg/L,20℃时为9.17 mg/L,30℃时为7.63 mg/L,40℃时为6.60 mg/L。清洁地面水的溶解氧量接近饱和状态。水层越深,溶解氧含量往往越低,特别是湖、塘等静止的水则更是如此。水中有大量藻类植物时,由于植物的光合作用放出氧,可使溶解氧呈过饱和状态。流水经过坝堰时,也可因曝气作用,使水中溶解氧含量过饱和。

溶解氧对水体的自净作用有重要意义。有机物污染水体后,若水中有足够的氧,则有机物在需氧微生物作用下能较迅速地分解,使水获得自净。有机物污染严重,水中溶解氧可被急剧消耗尽。溶解氧降至3—5 mg/L以下时,水中多数鱼类的生存即受到威胁。进一步降低时,水体进入厌氧状态,此时不但影响有机物的自净过程,而且会引起大量水生物的死亡和厌氧微生物的繁殖,有机物进入厌氧分解,水质腐败发臭。因此,水中溶解氧的含量是有机污染的间接指标,并能说明有机污染所造成的部分后果。地下水中溶解氧常被土壤中的有机物和还原性无机物所消耗,又不易由空气得到补给。因此,地下水溶解氧含量的卫生学意义不大。

(11) 生化需氧量:水中有机物在有氧条件下被需氧微生物分解时所消耗的氧量称为生化需氧量(BOD)。水中微生物分解有机物的过程与水温有密切关系。在一定温度范围内(<37℃),温度越高,微生物的生物氧化作用愈剧烈,分解全部有机物所需要的时间愈短。但是,有机物生物氧化过程很复杂,这一过程全部完成需要相当长的时间。因此,在实际工作中,都以20℃培养5 d后,1 L水中消耗的溶解氧来表示,称为五日生化需氧量(20℃)。五日生化需氧量(20℃)间接表示水中易氧化的有机物含量,在卫生上有特殊意义。因为人畜粪便中有机物所含有的不稳定成分一般较植物性有机物为多,不稳定的有机物易消耗水中溶解氧,对水体一般卫生状况影响较大 此外,当有机物进入地面水不久或地面水的温度过低,有机物的生物氧化过程进展缓慢,此时水中溶解氧的含量可能仍较高,而测定生化需氧量则可说明有机物的污染情况。

(12) 耗氧量:也称化学需氧量(COD),是在一定条件下,氧化水中有机物所消耗的氧化剂(高锰酸钾、重铬酸钾等)的量,单位以mg/L氧表示。它是间接反映水中有机物含量的一项指标。但氧化剂在氧化有机物的同时,亦氧化了水中的无机性还原物质,所以用耗氧量来估

计水中有机物对溶解氧的消耗，往往不如生化需氧量正确。

在评价水的理化性状时，还应根据水的利用情况，按照国家颁布的有关保障生态平衡及人体健康的各种水环境质量标准，例如生活饮用水卫生标准、地面水水质卫生要求和水中有害物质最高容许浓度、地面水环境质量标准、农田灌溉用水的水质标准、渔业水质标准等进行综合性评价。

生理功能 人体的体液是由水、电解质、低分子有机化合物和蛋白质等组成的，广泛分布在组织细胞内外，构成人体的内环境。其中细胞内液约占体重的40%，细胞外液占20%（血浆占5%，组织间液占15%）。细胞外液是机体物质代谢的重要枢纽，细胞从组织间液中摄取溶于水的营养物质，代谢的中间产物和终产物又通过组织间液运送和排泄至体外，因此细胞外液对于营养物质的消化、吸收、运输和废物的排泄非常重要。水是体内化学作用的介质，其溶解力很强，很多无机及有机物质都易溶于水中，即使不溶于水的物质如脂肪和某些蛋白质，也可在适当的条件下分散于水中成为乳浊液或胶体溶液。水不但是生物体内化学反应的介质，也是这种反应的反应物。水的介电常数很大，能促进电解质的电离。水的比热高，热容量大，1g水升高1℃比同量的其他物质所需热量多，因而水的蒸发热大，1g水在37℃时完全蒸发吸热多，即使蒸发少量的汗也能散发大量的热，便于调节体温。血液中90%为水，通过它的流动，可调节全身体温，使机体不因内外环境温度的改变而有明显的变化。水的粘度小，在体内有减少摩擦的润滑作用，如泪液可防止眼球干燥，唾液及消化液有利于吞咽、咽部湿润及胃肠内的消化。此外，关节的滑液、胸膜和腹膜的浆液、呼吸道和胃肠道的粘液等都是水溶液，具有良好的润滑作用。

人体水的来源和需要量 人体与外界环境的物质交换，以水的量最大。人体对水的需要量随体重、年龄、气候及劳动强度而异，正常成人每日需水2 400—4 000 ml，一般摄入和排出量保持着平衡（表1）。婴儿和青少年的

表1 成人体内24 h的水平衡

水的摄入量	ml	%	水的排出量	ml	%
饮料	1 200	48	尿	1 400	56
固体食物	1 000	40	呼气	500	20
生物氧化代谢水	300	12	汗	500	20
			粪便	100	4
合计	2 500	100	合计	2 500	100

需水量各有不同，前者的需要量多，约为成年人的3－4倍（表2）。人体水分的主要来源是饮料水、食物水和体内生物氧化代谢水。每100g糖氧化时可产生55ml水，100g脂肪可产生107ml水，100g蛋白质可产生41ml水。一般混合性食物每生热418.4kJ(100kcal)大约可产生12 ml水。

表2 不同年龄24 h的需水量

年龄	ml/kg体重
1周—1岁	120—160
2岁—3岁	100—140
4岁—7岁	90—110
8岁—9岁	70—100
10岁—14岁	50—80
成年人	40

水体自净

水体受外来杂质污染后，由于自然界各种物理、化学、生物因素的综合作用，使污染逐渐消除，恢复或部分恢复到原先水质状况，称为水体自净（water self-purification）。水体自净的过程主要包括稀释作用、吸附与沉降、挥发逸散、中和作用、有机物分解、病原体死灭等几个方面。

稀释作用 废水排入流动的水体后，主要靠水体湍流运动形成涡流扩散，使废水与水体混和，污染物逐渐被稀释。一些不易被水中微生物氧化分解的污染物质（如重金属盐类）、一些无机化合物以及形成色、臭、味的污染物质，排入水体后主要靠稀释作用使水体净化，并在一定条件下有可能使其浓度降到难以检出或不足以引起毒害作用的程度。

地面水体的稀释能力，因其流速、流量、河床形状等因素而不同。此外，河水流量与排放废水量的比率、废水排出口的位置和构造等，也会影响稀释过程。

吸附与沉降 废水中的悬浮物进入水体后，在重力作用下可逐渐下沉。沉降作用与悬浮物的比重、颗粒大小、水流速度等有关。沉降作用也可使附着于悬浮物的一部分微生物和寄生虫卵随之下沉。除重力沉降外，还可通过吸附沉降，即悬浮或溶解状态的污染物被水中的胶状物质、悬浮微粒、浮游生物等所吸附、吸收，随之沉降。污染物沉降为水底沉积物（底质）后，在某些情况下仍是潜在的污染源。大量有机物沉积水底，由于水底缺乏溶解氧，有机物进行厌氧分解；在未完全分解或无机化以前，如遇水体流量猛增，水底沉积物可被水流冲起，重新进入水体，引起再次污染。当这些有机物再氧化分解时又将消耗溶解氧，且被吸附的化学物质也有可能重新释放水中。因此，当污染物从水面向底层转移时，水体污染暂时被清除，但潜在的危害并未完全消除，这一现象应引起充分的重视。

挥发逸散 污染水体的一些挥发性物质，如酚类、硫化氢、氢氰酸等，在阳光和水流搅动等作用下，可部分挥发逸散而进入大气，且又可随降水再返回水体。

中和作用 天然水中常含有长石、粘土等硅酸盐矿

物及石灰石等的微粒，对酸性废水有一定的中和作用。天然水中混悬的二氧化硅微粒和溶解的二氧化碳，对碱性废水有中和作用。此外，酸性和碱性废水相遇时也可中和一部分。但这些中和作用都有一定限度，如排入的酸性或碱性废水过多，仍将改变水质的pH值。

有机物分解　有机物在微生物的作用下分解成无机物，称为生物性降解；有些有机化合物也可通过水解、氧化、还原等反应分解，称为化学性降解。生物性降解过程可分为需氧和厌氧两种类型，参与分解作用的主要有水栖细菌、真菌、藻类、原虫及其他单细胞和多细胞低等生物。在需氧分解中，含有硫、磷、氮、碳等的有机化合物分解成为硫酸盐、磷酸盐、硝酸盐和二氧化碳等无机物，这些产物较稳定，没有特殊的臭气，且分解得比较快。如水体中溶解氧缺乏，则有机物在厌氧细菌作用下分解，分解产物为硫化氢、硫醇、氨、甲烷等，往往有难闻的臭气，性质也不太稳定，能继续被氧化，消耗水中的溶解氧。厌氧分解过程比较缓慢，有些严重污染的河流或水沟发臭发黑，主要是由于水中缺氧，有机物在厌氧状态下进行腐败的结果。微生物对水中污染物质的分解转化，在一般情况下可使污染物质的毒性降低，但亦有使污染物质的毒性反而增加的，如无机汞通过生物甲基化作用可转化成毒性较强的甲基汞。

在有机物消耗水中溶解氧的同时，由于水中溶解氧含量呈不饱和状态，空气中的氧可通过水面不断溶解补充到水体中去，这一过程称为复氧作用。复氧作用是使水体污染达到自净的必要的过程。如水体中生长有水生植物，它们在光合作用下放出氧，也是水体溶解氧的来源。

水体污染后的自净过程，可从无机氮的形态中反映出来。由于蛋白质等有机含氮化合物先分解成氨，然后逐步转化成为亚硝酸盐和硝酸盐，而硝化细菌必须有足够溶解氧存在时才能生长繁殖，所以污染水体中氨含量较高，而无亚硝酸盐和硝酸盐。随着自净过程的进行，如无新的污染物进入，则水体中氨的含量逐渐减少，而亚硝酸盐和硝酸盐逐渐增多。此外，自净过程也可从水体生化需氧量和化学耗氧量的逐渐降低和溶解氧含量的逐渐回升反映出来。

病原体死灭　水体受污水中微生物污染后，由于阳光的照射、水生生物间的拮抗作用、噬菌体的噬菌作用以及不适宜的生活环境等因素的影响，微生物可逐渐死亡（一般情况下病原微生物的死亡更快些）。寄生虫卵进入水体后，除血吸虫、肺吸虫、姜片虫等能在水中孵化外，其他大多先沉入水底，随后逐渐死亡。

上述主要是指江河水体的自净，其他水体的自净各有其特点。

（1）湖泊和水库：水流缓慢，悬浮物易于沉降，水质较易澄清，水中微生物含量也可降低；但由于水流缓慢，污水排入后的混和与稀释过程较差。湖泊或水库水越浅，则复氧作用越强，对有机污染物的自净能力也越大；但过浅时，风浪可冲起水底淤泥，使水质变浊并再次形成污染。如有大量生活污水不断直接排入，或大量的城市污水仅经过一级或二级处理即排入湖泊内，则由于此等污水中含有大量的氮和磷，可使水体富营养化，造成藻类等浮游生物因营养丰富而大量繁殖。水体一旦形成富营养化后，随着藻类等死亡，使水体溶解氧不足，水质恶化，鱼贝类受到毒害，水体生态平衡破坏。此时欲通过自净恢复到原来的水质是极为缓慢的。

（2）地下水：由于所处环境与地面水不同，溶解氧含量低，受不到阳光照射；微生物少，流速缓慢，因此自净作用较弱。污染物一旦进入地下水，会长时间得不到消除。

总之，水体的自净能力是有限的，超过负荷即不易达到自净，所以决不能仅依赖水体的自净过程而忽视对废水排放前的净化处理。

土壤污染

人类在生产和生活活动中所排出的有害物质进入土壤，影响农作物的生长发育，直接或间接地危害人畜健康，称为土壤污染（soil pollution）。

来源　主要有以下几方面。

工业“三废”排放　其污染途径可分：①气型污染：是指工业排出物随工业烟尘或废气排出后，首先污染大气，然后沉降至地表或随雨降至地面而污染土壤。气型污染还包括汽车废气对土壤的污染。②水型污染：是指工业废水排出后，通过灌溉农田而污染土壤，特别是直接利用未经处理的工业废水进行灌溉，更为危险。其污染浓度为：旱田近端高于远端；水田进水口高于出水口。污染物质一般多分布在较浅的耕作层（10—20 cm），40 cm以下则显著减少。③废渣污染：主要是其中的水溶性有毒物质被雨水冲淋而渗入土壤，进而污染地面水或地下水。此外，用污水处理厂污泥进行施肥也可导致土壤污染。

农药施用　为了防治土壤害虫、病菌和杂草而将农药直接施入土壤，或通过喷撒进入地面。农药在土壤中的残留情况，因农药的种类、使用量、土壤性质、栽培作物和气象条件等不同而差异很大。一般说来，有机氯杀虫剂的化学性质比较稳定，在土壤中分解慢，易残留；有机磷杀虫剂在土壤中残留时间较短。

放射性污染　来源于核爆炸后的沉降物、生产和利用放射性物质时所产生的各种排出物。这些放射性废弃物如^{14}C、^{90}Sr、^{137}Cs半衰期较长，可以在土壤内蓄积。空气中的^{90}Sr多随降雨一起渗入土壤，因此，土壤中^{90}Sr的蓄积量常与当地降雨量成正比，而且多被吸附在表层10 cm范围内。^{90}Sr污染土壤后，可转移至农作物中，再进入人体。

生物性废弃物　来自人畜粪便、垃圾、生活污水、医院污水以及部分工业废水（制革污水、屠宰场污水等），含有大量有机物及微生物。主要通过污水灌溉或用未经无

害化处理的粪便施肥而引起土壤污染。

危害 由于污染的来源不同和污染物的性质不同而不一：①广大农村和耕地，主要是生物性污染，用未经无害化处理的人畜粪便施肥，可使各种病原微生物、寄生虫卵进入土壤，并在土壤中存活一定时间，在适当的条件下传播多种疾病，如沙门菌病、菌痢、阿米巴痢疾以及蛔虫、鞭虫、钩虫病等（人—土壤—人方式）。有些人畜共患传染病也可通过污染土壤传染给人，如钩端螺旋体病、炭疽、Q热、土拉伦斯菌病等（动物—土壤—人方式）。某些芽孢菌，如破伤风杆菌、肉毒杆菌可长期在土壤中存活，人体创口与污染土壤接触后可受感染。生长在土壤或蔬菜中的真菌和放线菌，在一定的条件下也可致病（土壤—人方式）。②不合理地泛施各种农药，使土壤遭受农药污染并导致作物中农药的残留量增多，通过食物链进入人体；其次是利用污水或受工业废水污染的水灌溉农田，致某些有害物质在土壤中累积，并被作物吸收进入食物链，对人体健康产生影响。③矿区、工业区和工厂附近土壤污染，主要来自工业废气、废水和废渣。这些工业“三废”成分复杂，其中包括某些对人体健康可产生潜在危害的致癌物质［苯并(a)芘等］和放射性物质。④土壤有机性污染。由于有机物腐败分解可发出臭气（如氨、硫化氢等）污染空气和环境，也不利于居民健康。⑤土壤污染严重时，还能破坏土壤结构，影响土壤的自净能力及影响农作物生长。

预防 间接性的土壤污染危害常不易引起人们的注意，但其影响却是长期的。加强对粪便、垃圾的卫生管理和无害化处理，合理使用农药，有效治理工业废气、废水和废渣，保护土壤正常的理化特性和微生物环境不受破坏，从而保护土壤自净能力是防止土壤污染的基本措施。

土壤自净

土壤受污染后，通过土壤自身物理、化学及生物作用逐步恢复到污染前的状态，称为土壤自净（soil self-purification）。土壤自净能力的大小、快慢与土壤本身的卫生特征有关。土壤自净过程包括以下几方面。

物理自净作用 土壤粒子本身的阻留和吸附作用能把各种胶体粒子、化合物、有机物、病原微生物、寄生虫卵、毒素等吸附在土粒表面。土壤粒子越小，总面积越大，吸附能力越强。吸附之后，由于日光紫外线的照射，土壤温度的变化，雨水的淋溶、冲刷等物理作用，可使有些病原微生物死灭，部分有害化学物质降解、稀释、转移而降低其毒害作用。

化学自净作用 土壤固有的各种天然离子可与进入土壤的各种化学污染物发生化学反应（如酸碱中和、氧化还原、离子交换等），从而改变污染物的化学毒性。例如铜进入土壤后往往形成氢氧化铜，由于它难溶于水，因而降低了铜的生物活性。又如，硫酸盐进入土壤后可被还原为硫化物，硫化物又可与土壤中的重金属（如铅、锌、汞等）形成难溶于水的物质而使其活性降低。

生物自净作用 土壤污染物在土壤微生物的参与下可以发生复杂的生物化学变化而达到自净。这些变化包括以下几方面。

有机物的无机化 土壤中的蛋白质及其他含氮有机物可通过：①氨化作用：含氮有机物首先经土壤中微生物作用，分解产生氨或铵盐。参加分解有机物的微生物种类很多，有细菌、放线菌及霉菌等。②硝化作用：氨化过程产生的氨或铵盐在土壤硝化菌的作用下又可氧化成为硝酸盐。此过程称硝化作用。硝化过程包括两个阶段，首先是氨或铵盐被氧化成亚硝酸盐，然后亚硝酸盐被氧化成硝酸盐。此外，土壤中含碳有机物则可被氧化成二氧化碳和水；含硫有机物可形成硫化氢和硫酸盐；含磷有机物则被氧化成磷酸盐。这样，各种有机物都逐步转化为无机物，使有机物无机化。

有机物的腐殖化 腐殖化是有机物在土壤微生物的参与下不断分解又不断合成，最后变成腐殖质的过程。腐殖化不同于无机化，腐殖质中含有大量的有机物质，如蛋白质、脂肪、碳水化物、木质素、有机酸等。一般认为腐殖质虽然含有大量有机物质，远未无机化，但不会腐败产生臭气，而且病原微生物和寄生虫卵均已死灭，在卫生上是安全的。腐殖质在农业上又是良好的肥料，有利于改良土壤。腐殖化过程在自然条件或人工条件下（如堆肥）都可进行。

病原体死灭 土壤中病原微生物和寄生虫卵由于外界不利的环境因素、微生物之间的互相拮抗和噬菌体等的作用而死灭。死灭所需时间因病原体种类和外界环境条件不同而不同，一般病原体在几个月内死亡，芽孢杆菌可活数年以上，有的寄生虫卵在土壤中能活较长时间，如蛔虫卵在土壤中可活一年左右。在有氧条件下，有机物分解氧化进行快，病原体死灭也快，土壤能迅速地由污染状态恢复到清洁状态。在厌氧条件下，有机物分解缓慢且不彻底，常产生一些中间产物，如氨、硫化氢、吲哚等，病原体死灭速度也较慢。

生物降解 有一些农药能在土壤微生物作用下得到一定程度的降解。如六六六和DDT等可经土壤微生物的脱氯作用而发生降解，但速度很慢。

土壤的各种自净过程都是有限度的，若污染特别严重，土壤就不可能完全自净，从而可引起环境污染或传染病发生。有些污染物如放射性物质和一些重金属毒物在土壤中虽然可以发生迁移、转化，但难于降解或消失而易长期蓄积在土壤中。

生物富集

生物不断地从环境中摄入浓度极低的化学物质后，该化学物质在生物体内聚积起来，并达到显著高于环境中的浓度，这种现象称为生物富集（biological enrich-

ment)。据报道，海水含DDT为0.000 05 ppm，经过浮游生物的富集，其体内含量可达到0.04 ppm（浓集约10^3倍）。鱼吃浮游生物后，在鱼体内浓集到2.07 ppm（浓集约4×10^4倍）。水鸟又以鱼为食，水鸟体内DDT逐渐累积，浓度不断提高，甚至高达75.5 ppm（浓集约10^6倍），以致造成水鸟大批中毒或死亡，严重地妨碍鸟类的正常繁殖。

生物富集必须具备下列三个条件：①环境化学物容易为各种生物所吸收。②在生物体内较难分解和排泄。③当化学物逐渐积累时，对生物体本身不易造成致命伤害。例如甲基汞和有机氯制剂等易为生物体所富集。

生物富集程度可用富集系数（又称浓缩比）来表示：

$$富集系数=\frac{生物体中化学浓度}{环境中化学浓度}$$

如果富集发生在食物链中，则富集系数也可用某两级生物体中所含化学物质的浓度之比表示。所以富集系数是表示某种化学物质从生活环境中逐级浓缩转移到生物体内的一个指标。

富集系数因生物和化学物质的不同而异。例如，海洋浮游生物对磷、氮、碳的富集系数分别为10^5、10^6、10^4，对重金属大致为10^2—10^5。同一生物身体的各部分，所积蓄的量也不同。例如锶与钙，可大量积累在骨骼组织中，而软组织中则较少。

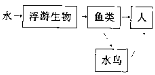
研究某些元素和难分解化学物质的生物富集情况，可为阐明这些化学物质在生态系统中的迁移规律和污染环境后产生的效应提供科学依据。

食物链

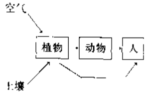
生物系统中的各种生物之间，以摄食和被摄食的关系逐级传递物质和能量，彼此呈相互依存的链状关系，称为食物链（food chain）。

食物链的分类 按不同环境，可将食物链区分为水生食物链和陆生食物链。

水生食物链 存在于江河湖海中的食物链。如下图所示：



陆生食物链 存在于陆地上的食物链。如下图所示：



按生物间的相互关系，食物链一般可分为四类。

捕食性食物链 以植物为基础，其构成形式是：植物→小动物→大动物。在草原上为：青草→野兔→狐狸→野狼；在湖泊中为：藻类→甲壳类→小鱼→大鱼。

碎食性食物链 碎食物是由植物叶子的碎片、微小的藻类构成。这种食物链以碎食物为基础，其构成模式如：碎食物→虾（蟹）→鱼→食鱼的鸟类。

寄生性食物链 以大动物为基础，由小动物寄生在大动物身上构成。

腐生性食物链 以腐烂的动植物尸体为基础，经过土壤或水中的微生物分解利用而构成。

食物链的结构 在自然界每一生态系统中有许多食物链，每一食物链的这一环与那一环之间，并没有简单的继承关系。一种消费者常常不是只吃一种食物，而一种食物可能被不同的消费者所食。因此，自然界的各个食物链是互相联结、错杂交织在一起形成网络关系，这种关系称为食物网。环境中的化学物质通过食物链、食物网逐步转移、积累、富集，可提高浓度到原来的千百万倍而后进入人体。这在环境污染物的转移及对人体健康的影响上，都具有极为重要的意义。

天然放射性本底

天然放射性本底（natural radioactivity background）是指地球上天然存在或受到天然辐射源照射的本底水平。

天然辐射源的组成 主要来自三个方面：宇宙射线、地球上的天然放射性核素和人体内的天然放射性核素。

宇宙射线 分为初级宇宙射线和次级宇宙射线两种。

（1）初级宇宙射线：是从外空间进入地球大气层的高能辐射。主要起源于银河系，称为银河系宇宙射线，其主要成分是质子（87%）、α粒子（11%）和原子序数>3的核与电子（1%—2%）。银河系宇宙射线的能量极高，平均为10^{10}eV，因此具有极强的贯穿能力。此外，太阳耀斑时还提供太阳宇宙射线，其主要成分是质子和α粒子。由于能量比较低，通常不引起地球表面辐射剂量的显著增高。

（2）次级宇宙射线：是初级宇宙射线与地球大气层中原子核相互作用的产物，主要由介子（70%）和中子、质子与电子（30%）所组成。此外，还可产生多种宇生核素。

初级宇宙射线主要作用于地球大气层上部，其辐射强度随着向地面接近而逐渐减弱，在距地表20 km以内几乎全部是次级宇宙射线的辐射。地球上的宇宙射线辐射强度随海拔高度而变化，在海拔3 000 m处的辐射强度可为海平面水平的3倍。此外，由于地球磁场的影响，宇宙射线强度还随地球纬度不同而异。从赤道往两极去，其强度可增高10%—20%。据调查，居住在海平面的居

民每年从宇宙射线接受的外照射剂量当量大约为 0.3 mSv，其中宇宙射线的电离成分占 0.28 mSv，中子成分占 0.02 mSv。

地球上的天然放射性核素 有两大类，即宇生放射性核素和原生放射性核素。

(1) 宇生放射性核素：是宇宙射线与地球大气层中原子核相互作用产生的，它对地面外照射剂量没有重要贡献。

(2) 原生放射性核素：是地球形成时就固有的，其中对外照射剂量有重要贡献的核素有^{40}K、^{87}Rb和分别由^{238}U与^{232}Th为首的两个放射系的核素等。原生放射性核素在地球上的分布十分广泛，岩石、土壤、水、空气及动植物体内都有。不同种类的岩石、土壤等所含有的各种放射性核素量可有很大的不同。因此，它们所提供的外照射剂量水平也不一样，例如花岗岩地区的年剂量当量仅为 0.31—0.35 mSv。对地球上的居民，来自陆地辐射的年有效剂量当量的典型值为 0.35 mSv，这个值代表人类所受陆地辐射的“正常”水平。世界上有些地区的陆地天然辐射源的外照射水平，可能明显高于正常变动的范围，已知巴西、印度、伊朗、意大利和中国广东阳江都存在这样的地区。其中有些地区居民每年接受的剂量可比生活在正常本底地区者高出数倍甚至 10 倍以上，这些地区常称为高本底地区。

人体内的天然放射性核素 是环境中的天然放射性核素通过食入或吸入而进入人体内，并成为人体的内照射源。这些天然放射性核素包括宇生放射性核素和原生放射性核素两类。

(1) 宇生放射性核素 对天然本底剂量的贡献很小，其中较重要的核素有^{3}H、^{7}Be、^{14}C和^{22}Na，提供的内照射年有效剂量当量约为 0.015 mSv。

(2) 原生放射性核素 其中^{222}Rn的短寿命子体产物具有重要的贡献，因吸入^{222}Rn子体所致年有效剂量当量约为 0.8 mSv。^{40}K也是重要的内照射源。成年男性每千克体重大约含钾 2 g，而^{40}K的丰度是 1.18×10^{-4}，因此，^{40}K在人体内的平均放射性比活度约为 60 $Bq\cdot kg^{-1}$，提供的年有效剂量当量约为 0.18 mSv。此外，较重要的来源还有^{220}Rn衰变产物和^{210}Po，它们提供的年有效剂量当量分别为 0.17 mSv和 0.13 mSv。

天然辐射内照射源产生的有效剂量约为外照射源的 2 倍。

天然辐射源对人的年有效剂量当量 联合国原子辐射效应科学委员会在 1982 年提交联合国大会的报告中估计，天然辐射源产生的全球人均年有效剂量当量约为 2 mSv，其各类天然辐射源所产生的份额见下表。

地球上的居民，除了接受上述天然辐射源的照射以外，随着核技术的发展，还将越来越多地受到各种人工辐射源的照射。例如核爆炸引起的照射、核动力生产造成的照射、医疗照射以及放射性工作人员接受的职业照射等。与人工辐射源不同，天然辐射源是自古就有、无处不在的，它以非常低而又相当恒定的剂量率照射着世界上所有的居民。因此，天然放射性本底可以作为基准水平，以便与人工辐射源的照射相比较。同时，天然辐射源又是世界居民当前(很可能也代表可预见的将来)所接受的集体剂量的最大贡献者。所以，对于天然放射性本底的研究甚为重要

“正常”本底地区天然辐射源对人类的年有效剂量当量估计值(1982 年)

天然辐射源	年有效剂量当量(mSv)		
	外照射	内照射	合　计
宇宙射线			
电离成分	0.28		0.28
中子成分	0.02		0.02
宇生放射性核素		0.015	0.015
原生放射性核素			
^{40}K	0.12	0.18	0.30
^{87}Rb		0.006	0.006
^{238}U	0.09	0.95	1.04
^{232}Th	0.14	0.19	0.33
合计(取整)	0.65	1.34	2.00

微量元素

生物组织中的化学元素含量为体重的 0.01%以下者，称为微量元素(microelement)。人体每天所需要的各种微量元素分别为 50 μg—18 mg不等。有各自的特殊功能，是生命不可缺少的。根据微量元素在体内的作用，可分为必需微量元素和非必需微量元素。

必需微量元素 必需微量元素是维持人体生长、发育和生命活动不可缺少的元素。当长期摄取量不足时，会使机体某一功能降低或受损，补充该元素使其达到生理需要量时，即有预防或修复这一损伤的作用。目前已被确认的人体必需微量元素有 14 种，即铁、锌、铜、锰、铬、硒、钴、钼、氟、碘、镍、钒、硅、锡。今后随着实验技术的进一步发展，还会有其他元素列入。

生理功能 主要有：①帮助将常量元素运到全身。如含铁的血红蛋白在体内能将氧带到每一个细胞中去。②在酶系统中起着特异的活化中心作用。大多数酶都含有一种或几种微量元素。如过氧化氢酶含有铁离子，碳酸酐酶含有锌离子，酪氨酸酶含有铜离子等。当酶失去微量元素，酶的活力就下降或丧失。③帮助机体的激素发挥作用。微量元素浓度的增减可对下丘脑—垂体前叶—靶腺体轴产生影响。如碘对甲状腺素的合成及释放有重要作用。④微量元素是某些维生素的组成成分。如钴是维生素B_{12}的重要成分。⑤微量元素与肿瘤的发生有关。如

人体缺碘时，可引起单纯性甲状腺肿，有的可转化为甲状腺肿瘤。

(1) 铁：铁主要是血红蛋白的组成成分，此外，还存在于细胞色素酶、过氧化氢酶和过氧化物酶内。它在机体中参与氧的转运、交换和组织呼吸过程，如果铁的携氧能力被阻断，或铁的数量不足，可导致机体产生缺铁性或营养性贫血。

(2) 锌：锌是很多金属酶的组成成分或酶的激活剂，至 1986 年已知锌可同 200 种酶结合。当锌缺乏时，很多酶的活性受到抑制。锌是RNA聚合酶和DNA聚合酶呈现活性所必需的元素。锌还能协助葡萄糖在细胞膜上转运。锌缺乏时，可致生长停滞、少年期性不发育、特异味觉减退和创伤愈合不良等。锌摄入过量，可引起发热、恶心、呕吐、腹泻、生长不良、贫血等。

(3) 铜：铜为体内很多金属酶的组成成分，如血浆铜蓝蛋白是一种多功能氧化酶，其重要作用之一是催化Fe^{2+}氧化成为Fe^{3+}，以利于铁的吸收。机体缺铜时，表现为贫血和生长停滞，结缔组织形成损害，毛发失色症及白化病，Menkes综合征（“卷发”症）。后者与先天性铜吸收缺陷有关，是婴儿的一种进行性脑病，病人的脑组织中，含铜酶和细胞色素C氧化酶基本消失。

(4) 锰：锰与多糖聚合酶及半乳糖转移酶的活力有关，其活力对于形成粘多糖及骨基质非常重要，故缺乏时可致骨骼畸形。锰是二羟甲戊酸激酶发挥催化作用不可缺少的，而此酶又是胆固醇合成所必需。所以，缺锰时胆固醇生物合成减少，以致性激素缺乏，并有生殖功能紊乱的现象。锰可能与DNA、RNA和蛋白质的生物合成有关，故缺乏时可引起生长停滞。锰有使血糖降低的现象（见“锰”条）。

(5) 铬：只有三价铬具有生物学活性。铬有维持胰岛素发挥正常功能的作用，进而影响机体葡萄糖耐量以及氨基酸的转运。铬和脂肪代谢也有明显关系，可使血清胆固醇降低。

(6) 硒：已知生物界有三种酶催化反应需要有硒参加，即细菌中的甲酸盐脱氢酶、梭状芽胞杆菌的甘氨酸还原酶和人体红细胞的谷胱甘肽过氧化物酶。硒主要是以谷胱甘肽过氧化物酶形式发挥抗氧化作用，以保护细胞膜。经过中国有关单位的深入研究，认为克山病和大骨节病也与缺硒有关（见“硒”条）。

(7) 钴：钴必须以氰钴胺（维生素B_{12}）的特殊结合形式供给人体，才能有效地发挥生理作用。钴可促进血液中网织红细胞的形成，加速红细胞的再生。缺钴可发生贫血，也会影响甲状腺功能，使地方性甲状腺肿发病率增加。人类本身不能合成维生素B_{12}，仅从食物链中得到维生素B_{12}。

(8) 钼：钼与黄嘌呤氧化酶的活性有关，对于许多能量交换过程是必需的，故缺钼会引起生长不良。此外，钼与醛氧化酶和亚硫酸氧化酶的活性亦有关。在高钼地区生长的儿童，其龋齿病少于对照区的儿童，这对进一步研究龋齿的病因有一定的意义。钼还与铜的吸收有密切关系，在家畜中已证明钼和铜在硫酸盐存在时可以互相影响其吸收。

(9) 氟：氟能防止龋齿，是因为它能取代珐琅质中一部分羟磷灰石的羟基，形成不易溶于酸的结晶，增强对口腔微生物形成的酸的抵抗力，不易被侵蚀造成龋齿的缘故。但摄入氟量过多，可引起氟病，牙齿珐琅质遭受破坏，牙齿表面原有光泽逐渐消失，出现灰色斑点，即氟斑牙症。长期摄入过量的氟还可出现骨骼和肾脏损害（见“卤族化合物”条）。

(10) 碘：参与合成甲状腺素，以调节细胞内能量的产生。这种激素对于生长、智力发育和个性等都是必要的。当机体缺碘时，甲状腺就会增生、肿大，引起甲状腺肿；严重缺碘还会妨碍儿童身体和智力的发育（见“卤族化合物”条）。

(11) 镍：近年来才认为镍是必需的微量元素，它在体内能活化许多酶，包括精氨酸酶、脱氧核糖核酸酶等。镍可能在RNA、DNA和蛋白质结构或功能方面起作用，与核酸的稳定性及脂肪代谢有关。

(12) 钒：钒可能是一种或几种酶或催化反应中的一种重要辅助因素。药理作用水平的钒可影响胆固醇的代谢，使胆固醇的生物合成作用减弱，但这种作用似乎仅与青年人有关。钒在骨的代谢或形成方面也有一定作用。

(13) 硅：硅对骨骼的正常发育是不可少的。它存在于骨和其他结缔组织中，缺硅会出现瘦腿骨，并影响骨骼的发育。

(14) 锡：1973 年确认为动物必需微量元素。它参与蛋白质和核酸反应，还与黄素酶的活性有关，对维持某些化合物的三维空间结构很重要，可促进生长。锡广泛存在于地壳和生物体，一般不易缺乏。

成年人每日膳食中微量元素的安全适宜摄取量

元 素	摄取量(mg/d)
铁（男性）	10.0
铁（女性）	18.0
锌	15.0
锰	2.5—5.0
氟	1.5—4.0
铜	2.0—3.0
钼	0.15—0.5
铬	0.05—0.2
硒	0.05—0.2
碘	0.15

安全适宜摄取量　人体对每一种元素都有一个安全和适宜的需要量范围，通过体内的调节作用，使组织浓度和功能维持在最佳状态；而超出这一范围，就会对机体有潜在危害。美国国家科学院食品与营养委员会 1980 年颁

布了9种微量元素每日膳食的推荐量(见上表)。

非必需微量元素 不具有特殊生理功能的微量元素称为非必需微量元素。其中无毒性的非必需微量元素有钡、锆、铌、铋、锂、银、钛等;有潜在毒性的非必需微量元素有铱、锗、镉、铟、锑、碲、汞、铅、铍、铊、钍、铀、钋、镭等。有人模拟人体组织中的浓度,给大鼠长期饲以低剂量的铅,发现其寿命缩短20%。还有一些微量元素与致癌有关,如砷、铍、镉、铬、镍等。

微量元素与环境的关系 人体中微量元素与环境有着密切的关系。环境中固有化学元素主要通过食物、空气、水进入人体,而水和植物中的含量和地壳化学成分又有密切的联系。当地壳中元素分布呈明显的不均衡性时,生物体内也会呈现出不均衡状态。这种状态如果超出了人类所能适应的正常变动范围,就可能发生地方病。除了地质性因素之外,许多元素还可通过环境的污染而进入人体,使机体出现急性、慢性中毒,或产生潜在性危害。

稀土元素

稀土元素(rare earth element)或稀土金属,简称稀土,包括17个元素,其中15个为镧系元素[镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钕(Nd)、钷(Pm)、钐(Sm)、铕(Eu)、钆(Gd)、铽(Tb)、镝(Dy)、钬(Ho)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Yb)、镥(Lu)],再加上钪(Sc)和钇(Y)。它们同属于元素周期表中III_B族。除钪外,往往在自然界中密切共生,并常与钍(Th)伴生。钪以外的16个元素,根据它们的物理、化学性质又可分为铈族稀土元素[或轻稀土元素(镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕)]及钇族稀土元素[或重稀土元素(钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥和钇)]两大族。

来源与接触机会 地壳中稀土元素集中于岩石圈中,酸性火成岩、花岗岩、页岩、独居石、磷灰石中含量较高,煤矿和土壤中也含有稀土元素,总含量约为0.02%,其中可溶性稀土约占10%。天然水、动植物及人体内也含有微量稀土元素。一般植物不富集稀土,仅羊齿类植物和某些山胡桃树中含有高浓度的镧系元素。

工业上,稀土元素主要用于钢铁、石油、玻璃、陶瓷和原子能等工业。医学上有的曾被用作药物,医治表层烧伤;有的放射性核素可用于诊断和治疗。农业上应用可使许多作物增产或改善品质。在稀土选矿、冶炼以及燃煤等过程中,可产生含稀土的废水、废气或废渣污染环境。有时,这些"三废"中可伴有放射性钍。

入体途径与转归 稀土元素可经呼吸和消化道进入人体。经消化道的吸收率<1‰;经呼吸道的吸收率可高达50%。稀土元素进入人体后,主要沉积在肝、骨及肺中。可经血脑屏障进入脑组织,但不易通过胎盘屏障。体内的稀土元素经粪及尿排出。

对人体的毒害 稀土元素的毒性,随进入体内途径不同而异。经口摄入呈低毒性;经吸入或腹腔注入呈中等毒性;经静脉注入呈高毒性。不同化合物毒性亦不同,其毒性由大至小顺序为:稀土硝酸盐、硫酸盐、某些络合物、氯化物、氧化物。

稀土元素在体内过量,可引起钙、磷代谢变化,干扰钙离子的生理功能,降低心肌、平滑肌和横纹肌张力和肌收缩力,抑制神经突触神经递质的释放。还可减少血中抗体、补体、溶菌酶含量,抑制组织胺的释放,降低机体免疫力。长期吸入稀土气溶胶,可引起呼吸系统炎症和肺部纤维化,使皮肤病患病率增高、出血时间延长。稀土"三废"中如含有放射性钍,能增加对人体的危害。

营养素

营养素(nutrient)是一些能维持机体正常生长发育、新陈代谢所必需的物质。人们为了维持正常的生理活动和满足劳动与工作的能量需要,必须不断地通过膳食获得各种营养素。来自食物的营养素种类很多,就其化学性质或生理作用而言,可以分为蛋白质、脂肪、碳水化物、维生素和无机盐五大类。这些物质在人体组织中,经代谢可以改造为人体生理需要的形式。没有食物的各种营养素供给,不仅机体不能进行各种生命活动,而且也无生存的可能。所以,每天通过膳食摄入搭配合理的各种营养素是保证人们身体健康的必要前提。任何营养素过多或不足,都会影响人们的正常新陈代谢,损害健康。

热能

热能(energy)是人体为维持生命和从事劳动所必需的物质基础。热能来自每天食物中碳水化物、脂肪和蛋白质中所含的能量。

食物中碳水化物、脂肪和蛋白质的能量系数 若用弹式能量计测这些物质中的燃烧热值,则每克物质的平均热量为:碳水化物17.2 kJ(4.1 kcal)、脂肪39.45 kJ(9.45 kcal)、蛋白质23.64 kJ(5.65 kcal)。在体内,碳水化物和脂肪可完全氧化,但蛋白质在体内分解不完全,其代谢的最终产物为尿素、肌酐、尿酸等,在热量计中每克蛋白质的这些产物平均还可产生5.4 kJ(1.3 kcal)热量。此外,在消化过程中,这些营养素也有少量损失,故实际所得净值即能量系数为:

(1) 碳水化物:消化率98%,17.2 kJ×0.98=16.9 kJ(4.0 kcal)

(2) 脂肪:消化率95%,39.5 kJ×0.95=37.5 kJ(9.0 kcal)。

(3) 蛋白质:消化率92%,23.6 kJ−5.4 kJ=18.2 kJ(4.35 kcal),18.2 kJ×0.92=16.7 kJ(4.0 kcal)。

在体内每氧化1 g碳水化物、脂肪或蛋白质所需的氧量和产生的二氧化碳量如表1。可见碳水化物的耗氧

量最小，故对缺氧环境中的工作人员，其膳食组成应以碳水化物为主。

表1 碳水化物、脂肪、蛋白质的耗氧量和产热量

	碳水化物	脂肪	蛋白质
耗氧量(L/g)	0.75—0.83	2.03	0.97
二氧化碳产生量(L/g)	0.75—0.83	1.43	0.78
呼吸商	1.0	0.707	0.801
每升氧的产热量(kJ)	20.9	19.7	18.8

人体的能量消耗 人体所消耗的能量，主要用于三个方面，即维持基础代谢、食物特别动力作用和从事各种体力活动。

基础代谢 单位时间内人体每平方米体表面积所消耗的基础代谢热量叫做基础代谢率。中国正常人的基础代谢率见表2。基础代谢随着体表面积，特别是瘦体重（指除体脂外的体重）的增加而增加，故一般人常较瘦人为低。女子也比男子约低2%—12%，如以单位体重的瘦体重表示基础代谢率，则男女的差别即可消失。热带地区人的基础代谢率较低，一般约比温带相应的人低10%。

表2 中国正常人基础代谢率平均值

年龄(岁)	男		女	
	kJ/m²·h	kcal/m²·h	kJ/m²·h	kcal/m²·h
11—	195.4	46.7	172.4	41.2
16—	193.3	46.2	181.6	43.4
18—	166.1	39.7	153.9	36.8
20—	157.7	37.7	146.4	35.0
31—	158.6	37.9	146.8	35.1
41—	153.9	36.8	142.3	34.0
51—	148.9	35.6	138.1	33.1

食物特别动力作用 因摄入食物引起消耗能量的现象称为食物特别动力作用。其大小按照日常膳食组成约为一日总能量的6%；也有人主张为基础代谢的10%。

体力活动 任何消耗体力的机械活动都要消耗能量。能量消耗不仅决定于体力活动的性质和强度，还与体重和动作的熟练程度有关。一般说来动作不熟练消耗的能量较多，反之亦然。平时所采用的各工种能量消耗的数据，都是指成年熟练工而言的（表3）。

表3 几种活动的能量消耗

	男子(体重65 kg)		女子(体重55 kg)	
	kcal/min	kJ/min	kcal/min	kJ/min
在床上睡眠或休息	1.08	4.52	0.9	3.77
安静坐着	1.39	5.82	1.18	4.81
步行(4.9 km/h)	3.7	15.48	3.0	12.55
步行(4.9 km/h，负重10 kg)	4.0	16.74	3.4	14.23
办公室工作	1.8	7.53	1.6	6.69
实验室工作	2.3	9.62		
烹调	2.1	8.79	1.7	7.11
轻的清洁工作	3.1	12.97	2.5	10.46
中等清洁工作(拭窗等)	4.3	17.99	3.5	14.64
木工	4.0	16.74		
割草(用镰刀)	4.5	18.83		
开拖拉机	2.4	10.04		
打谷(用连枷)			3.8—5.5	15.90—23.01
采矿(用十字镐)	6.9	28.87		
伐木(用斧)	8.6	35.98		
轻微活动(台球、高尔夫球等)	2.5—5.0	10.46—20.92	2.0—4.0	8.37—16.74
中等活动(划船、跳舞、游泳等)	5.0—7.5	20.92—31.38	4.0—6.0	16.74—25.10
重活动(足球、划船比赛等)	7.5	31.38	6.05	25.10

人体的能量需要 一个人群的能量需要，可用膳食调查或能量消耗调查来估计。制订各种不同劳动人群的能量需要量标准时，最好两种方法同时采用，并将所得结果予以比较。若实际调查数据高于计算数据，而且被调查者健康状况良好，那就应该以实际调查数据为准；若计算数据高于实际调查数据，而被调查者的健康状况却也不很理想，那就应按计算出来的数据改进营养，并在一定时间后观察其效果予以决定；虽然计算数据高于实际调查数据，但被调查者的健康状况确无明显问题，可以将不同地方的同一工种进行比较，观察其相互间在膳食和健康

上的差异，从中决定出最适的能量需要。

成年人的能量供给量标准　中国不同劳动强度成年男女的能量供给量见"推荐的每日膳食中营养素供给量"(见附录三)。其中男性按五级分类，即极轻体力劳动、轻体力劳动、中等体力劳动、重体力劳动和极重体力劳动；女性只分四级，无极重体力劳动一级。一般来说，全天工作以坐着姿势为主，每日活动只散步或站立2 h，如打字、教学、实验室工作等为极轻体力劳动；有一定量的步行，为轻体力劳动；林业工作、农业劳动等为重体力劳动；伐木、人力搬运等为极重体力劳动。不过，同一工种因个体间有不同的工作效率、不同的积极程度与持续时间，故差别是存在的。因而，上述的分级是以总体为对象；如以个体为对象，则要作具体的分析。

脂肪

广义的脂肪(fat)又称脂类或脂质，是包括中性脂肪和类脂质(磷脂、糖脂、类固醇等)在内的一组极其复杂的化学物质。它们难溶于水、易溶于有机溶剂，天然存在于生物体内，其中以中性脂肪含量最高。营养学上的脂肪主要是中性脂肪。

中性脂肪是甘油与脂肪酸结合而成的。脂肪酸的种类很多，根据碳原子的饱和程度不同，可以分为饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸。后者具有一个或一个以上不饱和键。凡有二个以上不饱和键的称为多不饱和脂肪酸。其中在体内不能合成，必须由食物供给的，称为必需脂肪酸，如亚油酸(十八碳二烯酸)、亚麻油酸(十八碳三烯酸)、花生四烯酸(廿碳四烯酸)等。严格地说，只有亚油酸才是真正的必需脂肪酸，其他的可在一定程度上被代替。

身体中的脂肪可分为两类：一是作为基本组织结构的脂质，如磷脂、胆固醇、脑苷脂等。即使长期饥饿，这部分脂质也不会被动用，故称定脂。另一是储存脂肪，是体内过剩能量的一种储存形式。当摄入能量长期超过需要，储存脂肪增高，人会发胖；反之饥饿就会使人消瘦。由于其含量变动较大，故称动脂。

生理功能　动脂的生理功能有：①随时提供体内所需的能量。②皮下脂肪起着隔热保暖作用，使体热不过度散失。③内脏上的脂肪有缓冲振动、摩擦和支持内脏器官的作用。④提供脂肪酸作为合成其他脂质的原料。⑤提供维持正常生理功能所不可缺的必需脂肪酸。必需脂肪酸有降低血浆胆固醇及甘油三酯的作用，还有减少血栓形成和血小板粘结的趋势。

膳食脂肪有以下营养意义：①进入十二指肠后，刺激肠产生抑胃素，使胃蠕动受到抑制，可以延迟胃的排空，从而增加饱腹感。②烹调中使用适量脂肪，可以改善膳食的感官性质，促进人们的食欲，有利于消化吸收。③膳食中有适量脂肪存在，有利于脂溶性维生素，特别是维生素A原的吸收。

食物来源和供给量　含脂肪的食物，动物性食物中有猪油、牛油、羊油、奶类、蛋类及其制品；在植物性食物中，主要有菜油、豆油、麻油、花生油、黄豆、花生、芝麻、核桃、瓜仁等。脂肪的营养价值，可以从消化率、必需脂肪酸含量和脂溶性维生素含量三方面来衡量。

脂肪的消化率主要决定于熔点，而熔点又与其低级脂肪酸及不饱和脂肪酸的含量有关，故比较起来植物油和奶油较易消化。

一般认为脂溶性维生素含量高的脂肪，营养价值也高。动物的储存脂肪几乎不含维生素，器官脂肪中含量也很少，但肝脏脂肪中含维生素A、D丰富，特别是一些海产鱼。奶和蛋的脂肪含维生素A、D丰富。植物油不含维生素A和D，但含维生素E，特别是谷类种子的胚油(如麦胚油)含量更为突出。

就必需脂肪酸而言，植物油(椰子油例外)高于动物脂肪。

在能量供应充足和不是有意识地限制脂肪的情况下，即使摄入量很少，也不会出现营养性脂肪缺乏病。因此，在营养上考虑脂肪的供给量时，不是为了预防缺乏病，而是从供给能量的角度出发，并考虑到烹调和饱腹感的需要，尽可能不摄入太多的脂肪，且宜少用动物性的。因为高脂膳与高血浆胆固醇和β脂蛋白有密切相关，可能是引起一些老年性疾病的因素。但主要是多不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸的比值(P/S)，而不完全是摄入脂肪的总量。几种食用油脂中脂肪酸含量见下表

几种食用油脂中的脂肪酸含量(%)

油脂名称	饱和脂肪酸(S)	单不饱和脂肪酸	多不饱和脂肪酸(P)	P/S
猪　油	42.3	45.1	8.4	0.20
牛　油	51.4	41.6	6.2	0.12
鸡　油	25.6	45.3	25.7	1.00
豆　油	14.8	20.9	62.8	4.24
玉米油	15.2	36.5	48.3	3.18
花生油	16.2	42.5	41.3	2.55
芝麻油	12.5	40.9	46.6	3.73
椰子油	27.9	16.5	55.6	1.99
菜子油	4.5	74.0	21.5	4.78

各国的营养供给量标准都未对脂肪量作具体规定，一般认为脂肪提供的能量以占总热量的20%—30%为宜。因为三大营养素在机体中的代谢应有一定比例的协调，否则会引起代谢紊乱。膳食中脂肪量供给过高，将造成三大营养素间代谢不平衡。脂肪供给量多，碳水化物(主要是纤维素)的量不足，粪便量少，以至肠内容物在直肠中停留时间过久，由物理及化学刺激等因素罹患肠癌的机会升高。但对于体力活动很强，每日需能量在16 736 kJ(相当于4 000 kcal)以上的人，脂肪摄入量可适当提

高，以免食物体积过大。一般地说，膳食中需相应地提高碳水化合物的供给量。

蛋白质

蛋白质(protein)是构成生物组织的重要成分。成人体内蛋白质约为16.3%。它不仅是构成组织精细结构的基本材料，而且具有很重要的生理活性，如催化代谢的酶、调节代谢的激素及作为保护机制的抗体等都是由蛋白质或其衍生物所组成。此外人体内多种物质的运输，体液pH的调节，体内液体的平衡以及遗传信息的传递等极其复杂的生理过程无一不与蛋白质有关

蛋白质的新陈代谢 是生命的重要活动之一。

氮平衡 食物蛋白质被人体消化吸收后，用于合成新的组织和维持组织蛋白质分解代谢与合成代谢的动态平衡，即氮平衡，因而人体对蛋白质的生理需要是比较恒定的。这是蛋白质不同于脂肪和碳水化物的一个特点。

成年人组织蛋白质的更新量每日约为400 g。大部分用于合成新的组织蛋白质，只有一小部分进一步分解成脲及其他代谢产物，并排出体外。测定表明，即使膳食中完全不含蛋白质，一个65 kg体重的成年男子每日也要从身体排出约3.5g氮，相当于22g蛋白质，这是不可避免的损失。因此要维持成年人的氮平衡(摄入的氮与排出的氮相等)，每日至少得从膳食中供给优质蛋白质22g。对于少年儿童，因有生长新组织的需要，数量应更大些。

负氮平衡 蛋白质的摄入量不足，表现为负氮平衡，即摄入的氮少而排出的氮较多，这就意味着组织蛋白破坏。

不同的组织中，蛋白质分解和更新的速率相差很大。例如小肠粘膜可能1—2 d更新一次，红细胞的寿命约为120 d，胶原的更新则很慢，可长达几年。因此在蛋白质供给不足的情况下，那些蛋白质更新速率快的组织所受的影响就大，表现为肠粘膜及分泌消化液的腺体首先受累，结果引起消化吸收不良，导致下泻、失水、失盐。这些常是蛋白质营养不良的早期临床表现。继之，肝脏也受影响，表现为脂肪浸润，不能合成血浆蛋白，从而使血浆白蛋白含量下降，最后导致水肿。以后骨胳肌的正常结构也不能维持，因而形成肌肉萎缩。骨髓也不正常，影响血细胞的产生而导致贫血。由于胶原破坏和更新的速率很慢，故结缔组织和中枢神经系统受的影响较小。此时在幼儿及青少年表现为生长发育迟缓、消瘦、体重过轻，甚至智力发育障碍；成人则表现为疲倦、体重显著下降、肌肉萎缩、贫血、泌乳量少、血浆蛋白质降低，逐渐形成营养性水肿。蛋白质营养不良时，血浆蛋白浓度降低，尤以血浆白蛋白较为明显。当血浆白蛋白<35 g/L时，表示蛋白质严重缺乏，有时甚至<15 g/L以下。

必需氨基酸 氨基酸是蛋白质的组成成分，计有20多种，其中有8—9种不能在哺乳动物及人体内由其他氮源合成或合成的量不足，必须从食物供给，否则不能维持成年人的氮平衡，故称为必需氨基酸，即异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。对婴儿而言，组氨酸也是必需氨基酸。此外胱氨酸及酪氨酸可分别代替部分蛋氨酸和苯丙氨酸，故膳食中胱氨酸和酪氨酸充裕时，可节约蛋氨酸和苯丙氨酸。表1列出世界卫生组织和粮农组织的联合食品法规委员会(FAO/WHO)颁布的必需氨基酸需要量(1983年)。

表1 每日每千克体重必需氨基酸需要量(mg)

氨基酸	婴儿	2岁幼儿	10—12岁	成人	成人比值*
组氨酸	28			(8—12)	(2.9)
异亮氨酸	70	31	30	10	2.86
亮氨酸	161	73	45	14	4.00
赖氨酸	103	64	60	12	3.43
蛋氨酸+胱氨酸	58	27	27	13	3.71
苯丙氨酸+酪氨酸	125	69	27	14	4.00
苏氨酸	87	37	35	7	2.00
色氨酸	17	12.5	4	3.5	1.00
缬氨酸	93	38	33	10	2.86
总计	742	352	261	84	

* 比值系以色氨酸为1进行比较

食物蛋白质的营养价值及其衡量指标 主要有以下几方面。

食物蛋白质的营养价值 决定于以下三个因素，即①食物蛋白质的含量。②食物蛋白质的消化率。③食物蛋白质中必需氨基酸的含量及其比值。

(1) 食物蛋白质的含量：从膳食中得到的蛋白质量，取决于食物摄取量及食物中蛋白质的含量。人们的食物摄取量主要为了满足能量的需要，而不是为了满足蛋白质的需要。因此含量太低，即使营养价值很高，也无法得到所需要的量，不能发挥其优质的作用。

(2) 食物蛋白质的消化率：反映蛋白质在机体消化酶作用下分解的程度。蛋白质的消化率与其同时存在的膳食纤维有关，故植物性蛋白质的消化率一般较动物性蛋白质为低。如果能将与植物蛋白质同时存在的纤维物质除去或使之软化，则能够提高其消化率。此外，植物性食物中存在的抗胰蛋白酶，可以降低其蛋白质的消化率。

(3) 食物蛋白质中必需氨基酸的含量及其比值：蛋白质在体内合成过程中，既要必需氨基酸，也要非必需氨基酸；合成的蛋白质不同，所需要的氨基酸种类、数量和在结构中的排列也不同。在正常情况下，各种必需氨基酸的需要量和利用量之间存在着相对关系。根据实验结果，世界卫生组织(WHO)提出了暂订蛋白质的氨基酸模式

(见表 2)。若一种蛋白质或膳食中的混合蛋白质的必需氨基酸含量能达到或接近上述模式的数值时，则该蛋白质或膳食中混合蛋白质不仅可以满足人体的生理需要，而且所有氨基酸都能被充分利用。这就是利用率高的蛋白质，或营养价值好的蛋白质。若蛋白质中某一种或几种必需氨基酸缺乏或数量不足，使合成组织蛋白质受到限制，即限制了此种蛋白质的营养价值，这一种或几种氨基酸称为限制氨基酸。但是，若蛋白质中某种氨基酸含量过多，也会干扰另一些氨基酸的利用，将降低食物蛋白质的营养价值。

表 2　暂订蛋白质的氨基酸模式

氨基酸	蛋白质中氨基酸含量(mg/g)	比值*
异亮氨酸	40	4.0
亮氨酸	70	7.0
赖氨酸	55	5.5
蛋氨酸+胱氨酸	35	3.5
苯丙氨酸+酪氨酸	60	6.0
苏氨酸	40	4.0
色氨酸	10	1.0
缬氨酸	50	5.0
总计	360	

* 比值系以色氨酸为 1 进行比较

蛋白质的互补作用　食物蛋白质的必需氨基酸含量以动物性蛋白质高，植物性蛋白质低，后者利用率也不及前者。若几种植物性食品组合或加入适量动物性食品，则可大大提高混合蛋白质的利用率和改善必需氨基酸间的比值，这种作用称为蛋白质互补作用。必需氨基酸的比值(以含量最低的色氨酸作为 1 进行比较)以全鸡蛋蛋白质最为理想。虽然动物性蛋白质的利用率一般都比植物性蛋白质为高，但也有少数例外。如角质蛋白质、白明胶等间质蛋白质中缺乏色氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸和缬氨酸；植物性蛋白质中也有利用率较高的，如酵母、玉米胚、小麦胚及大豆等。

食物蛋白质营养价值的衡量指标　有以下三种。

(1) 生物学价值：亦可简称生物价，表示蛋白质吸收后在体内贮留的程度。生物学价值愈大，说明其利用率愈高。

$$蛋白质的生物学价值=\frac{氮储留量}{氮吸收量}\times 100$$

氮吸收量＝食物氮－(粪氮－粪代谢氮)

氮储留量＝氮吸收量－(尿氮－尿内源氮)

(2) 蛋白质净利用率：它考虑了蛋白质消化率这个因素，表示摄取的蛋白质被机体贮留的程度。

蛋白质净利用率

$$=生物学价值\times 消化率$$

$$=\frac{氮储留量}{氮吸收量}\times\frac{氮吸收量}{氮摄入量}\times 100=\frac{氮储留量}{氮摄入量}\times 100$$

(3) 蛋白质功效比值：指在一定条件下以食用每克食物蛋白质所增加体重的克数表示。它反映了蛋白质利用于生长的效率。

$$蛋白质功效比值=\frac{增加体重(g)}{食入食物蛋白质(g)}$$

蛋白质的食物来源和供给量　有以下几方面。

食物来源　主要来源有二：一是动物性蛋白质，如肉、鱼、奶、蛋、禽等及其制品；二是植物性蛋白质，如谷类、豆类、干果及其制品。大豆属优质蛋白质，且可制成多种制品，与粮混食能发挥较好的互补作用。

食物供给量　一般认为，蛋白质供给的热量，成人以占总热量的 10%－12%较为适合，儿童、青少年则以 12%－14%为宜。综合研究结果并考虑到个体差异，得出：优质蛋白质在大多数健康人的每日安全摄入量(每千克体重计)，成年人为 0.55 g(男 0.57 g，女 0.52 g)；6 月以上婴儿 2 g；10—12 岁儿童 0.8 g。但人们实际摄食的是混合蛋白质，不是全蛋蛋白质，故实际蛋白质的食物供给量还应按下式予以计算：

蛋白质的食物供给量(g)

$$=蛋白质的安全摄入量(g)\times\frac{全蛋蛋白质的营养效价}{食物蛋白质的营养效价}$$

上式蛋白质的营养效价是指评价蛋白质利用率的各种指标，其分母、分子所用指标应当一致。

碳水化物

碳水化物(carbohydrate)又称糖类，是由碳、氢和氧元素组成的一大类化合物。

分类　食物中所含碳水化物，有的能被人体消化、吸收，有的不能，它们各有其特定的生理意义。(本条目是讨论可以被消化吸收的碳水化物，而不能被消化吸收的碳水化物见"膳食纤维"条。)单糖中的葡萄糖、果糖、半乳糖，双糖中的蔗糖、麦芽糖、乳糖，以及多糖中的淀粉等是存在于食物中可利用碳水化物的主要形式。

入体与转归　单糖在小肠中可直接被吸收，双糖及多糖则需经消化成单糖后才能被吸收利用。若将双糖溶液或糊化过的淀粉胶态溶液经消化道以外的途径注入人体，则只能被身体作为异物处理，排出体外。

吸收入血的各种六碳糖首先在肝脏中转变成葡萄糖；然后再入大循环，运往各器官组织以供利用；若有富裕，则以糖原的形式暂时储存于肝脏及肌肉中。体内储存的糖类极少，只能供给全天需要量的 60%。因此，必须按餐供给足量含碳水化物的食物，否则就要动员体内储备的脂肪，甚至动员蛋白质来满足机体对能量的需要。

生理功能　主要是供给能量。其特点是：①量大、转化快且及时。②氧化的最终产物为二氧化碳和水，故对机体无害。③神经系统活动所需要的能量，只能靠葡萄糖来提供。

由于人体所需的能量主要由碳水化物供给，因而不

会使脂肪在体内大量氧化，产生过多的酮体，引起酮病；也不会使组织蛋白质过分分解，形成负氮平衡。从这个意义上讲，碳水化物在生理上还起着抗生酮作用和对蛋白质的庇护作用。

肝脏中的糖原水平决定着机体对某些化学物质的解毒作用。因与解毒作用有关的葡萄糖醛酸酯和毒物乙酰化的速度都直接与肝脏的糖原含量有关。临床资料证明，当人的肝糖原丰富时，对由细菌毒素引起的疾病的抵抗力较强。

食物来源和供给量　主要食物来源有：谷类、豆类（大豆除外）、薯类、食糖及含碳水化物较高的糖果、糕点。

碳水化物的供给量应与脂肪的供给量联系起来考虑，因为它们都是体内提供能量的主要来源。由于蛋白质的供给量应当基本维持稳定，即至少应占总热量的12%，则总热量的88%应由碳水化物和脂肪来供给。比较理想的是脂肪提供总热量的20%—30%，碳水化物提供55%—65%。若无条件，还可增大碳水化物量，减少脂肪量。

无机盐

构成生物体的元素已知有50多种（见表1）。除去碳、氢、氧、氮四种元素构成水和有机物质外，其余各种元素，无论其存在的形式如何，含量多少，统称为无机盐（mineral），又叫矿物质。其中含量在0.01%以上者，如钙、镁、钾、钠、磷、硫、氯等7种元素，约占人体灰分的60%—80%，称为宏量元素或常量元素；低于此限者称为微量元素或痕量元素（见“微量元素”条）。

表1　人体化学组成的部分元素

元素	人体内含量*		元素	人体内含量	
	%	g		%	g
氧	65.0	45 500	锶	2.0×10^{-4}	0.14
碳	18.0	12 600	铜	1.4×10^{-4}	0.10
氢	10.0	7 000	铝	1.4×10^{-4}	0.10
氮	3.0	2 100	铅	1.1×10^{-4}	0.08
钙	1.5	1 050	锡	4.3×10^{-5}	0.03
磷	1.0	700	碘	4.3×10^{-5}	0.03
硫	2.5×10^{-1}	175	锰	3.0×10^{-5}	0.02
钾	2.0×10^{-1}	140	砷	$<1.4\times10^{-4}$	<0.10
钠	1.5×10^{-1}	105	镍	$<1.4\times10^{-5}$	<0.010
氯	1.5×10^{-1}	105	硼	$<1.4\times10^{-5}$	<0.010
镁	5.0×10^{-2}	35	铬	$<8.6\times10^{-6}$	<0.006
铁	5.7×10^{-3}	4	钼	$<7.0\times10^{-6}$	<0.005
锌	3.3×10^{-3}	2.3	钴	$<4.3\times10^{-5}$	<0.003

* 人体内含量以体重70 kg计

生理作用　无机盐是构成机体组织和维持正常生理功能所必需的营养素，其生理功能归纳起来有以下几个方面：①构成机体组织，如钙、磷、镁是骨骼和牙齿的重要成分；磷、硫是组织蛋白的成分。②是细胞内外液的重要成分，钠、钾、氯与蛋白质一起维持着细胞内、外液的渗透压，从而在维持体液平衡的过程中起着重要的作用。③体液酸性、碱性是由无机离子的适当配合形成的，再加上重碳酸盐和蛋白质的缓冲作用成为维持机体酸碱平衡的重要机制。④在组织液中的各种无机离子，特别是保持一定比例的钾、钠、镁离子是维持神经、肌肉兴奋性、细胞膜通透性以及所有细胞正常功能的必要条件。⑤是构成某些具有特殊生理功能的物质的重要成分，如血红蛋白和细胞色素系统中的铁、甲状腺素中的碘和谷胱甘肽过氧化酶中的硒。硒通过对自由基的抑制，还可预防克山病和大骨节病。⑥是很多酶系统的活化剂、辅因子的成分，如盐酸与胃蛋白酶原，氯离子与唾液淀粉酶，镁离子与氧化磷酸化的多种酶类，以及很多其他含金属的酶类等等。

食物来源和供给量　无机盐与有机营养物质不同，不能在人体内合成；除了通过粪、尿及汗液等途径排出体外，也不能在体内代谢过程中消失。人体从动物性、植物性食物及饮水中每日摄入及排出约有20—30 g无机盐类。无机盐在食物中分布很广，一般都能满足机体需要。从中国营养调查和实用营养学观点来看比较容易缺乏的无机元素是钙和铁。在特殊地理环境或特殊条件下，也可能有缺碘、锌和硒的问题。一些无机盐的主要生理功能、食物来源及其供给量归纳见表2。

影响无机盐消化吸收利用的因素　因素很多，主要如下：①食物的可消化性。虽然麸皮、米糠中含有很多铁和锌，但这些物质的可消化性很差，因而不能被利用。无机盐只有呈现为溶解状态时，才能被吸收。②元素间有相互作用，当饮食中一种无机盐过量就会干扰另一种无机盐的利用。例如饮食中存在较多草酸、植酸和纤维素时，即将影响到铁、钙等的吸收；但钙与乳酸生成乳酸钙、铁与氨基酸形成盐时，则有利于这些成分的吸收利用。③加工方法也能改变无机盐的可利用性。如磨细可提高某些元素的利用程度，面团发酵可提高锌的利用程度等。

维生素

维生素（vitamin）是一些结构、作用彼此无关的、维持机体正常代谢和生理功能所必需的一类有机化合物的总称。它们主要参与各种酶的组成或激活，具有各自的特殊生理功能。营养学上人体易缺乏的约有10种，缺乏时出现有相应的营养性缺乏病。一般来说，维生素具有下列共同特点：①是天然食物的微量组成成分。②是维持机体健康与生长所必需的，每日需要的数量通常以毫克（mg）或微克（μg）计量。③当膳食中缺乏这些物质或吸收不良时，将有特异的营养缺乏症状。④因不能为机体合成或合成的数量不能满足生理需要，必须由食物供给。

表 2　一些无机盐的主要生理功能、食物来源及供给量

元素	生理功能	食物来源	人体供给量
钙	(1)组成人体骨胳、牙齿的重要原料，其基本矿物质结构是羟基磷灰石 [$Ca_3(PO_4)_2 \cdot 3Ca(OH)_2$] (2)维持心脏、肌肉，神经正常兴奋性的传导和适宜感应性 (3)参与血凝过程 (4)对一些酶系统(如三磷酸腺苷酶)起激活作用 (5)缺乏时引起软骨病、骨质疏松症	牛奶、绿叶蔬菜、肉类、豆类、水产等	成年男女： 600 mg/24 h 孕　妇： 800—1 500 mg/24 h 乳　母： 2 000 mg/24 h 儿童、青年随年龄不同而有区别
磷	(1)骨胳、牙齿的重要构成材料 (2)骨软组织、RNA、DNA、细胞膜的脂质的重要成分 (3)尚参与能量的储存、物质活化、酶的组成调节、酸碱平衡等	豆类、花生、肉类、核桃、蛋黄、谷类等	一般无明确规定。如钙能满足需要，则磷也能满足
镁	(1)是细胞中主要的阳离子 (2)能与体内许多重要成分形成复合物，是许多酶的激活剂 (3)维持心肌功能 (4)缺镁时有情绪不安、易激动、手足抽搐、反射亢进(偶而反射减退)；长期缺镁使骨质变脆、牙齿生长不良	广泛分布于植物中；肌肉和内脏也富含镁	成人： 200—300 mg/24 h 婴、幼儿及少年： 1 岁以下： 40—70 mg/24 h 1 岁—： 100 mg/24 h 2 岁—： 150 mg/24 h 3 岁—： 200 mg/24 h 6—10 岁： 250 mg/24 h
钠、钾、氯	(1)钠和钾是人体内维持渗透压最主要的阳离子 (2)钠和钾有加强神经与肌肉应激性的作用，与钙相拮抗 (3)氯是维持渗透压最重要的阴离子 (4)缺钾可对心肌、肾、肠及肌肉产生损害；钾过多可引起血管收缩、四肢发凉、肌无力、嗜睡、心跳减慢以致突然停止	钠和氯主要来自食盐；钾主要来源为水果、蔬菜等植物性食物	一般无明确规定。只在炎热夏季剧烈劳动时大量出汗、丢失钠和氯较多时应注意补充 由于一般植物性食物中含钾丰富，每人每日可获 2—4 g，所以不致钾缺乏

维生素分类

拉丁字母名称	同　义　名　称
脂溶性	
维生素A	
维生素A_1	视黄醇，维生素A醇 } 抗干眼病维生素
维生素A_2	3-脱氢视黄醇 } 抗干眼病维生素
维生素D	
维生素D_2	麦角钙化醇 } 抗佝偻病维生素
维生素D_3	胆钙化醇 } 抗佝偻病维生素
维生素E	生育酚，抗不育维生素
维生素K	
维生素K_1	叶绿醌，植基甲萘醌
维生素K_2	多戊烯甲萘醌，甲基萘醌类
维生素K_3	甲萘醌
水溶性	
维生素B复体	
维生素B_1	硫胺素，抗神经炎素，抗神经类维生素
维生素B_2	核黄素，乳黄素
维生素PP	尼克酰胺(烟酰胺) } 癞皮病预防因子
	尼克酸(烟酸) } 癞皮病预防因子
维生素B_6	吡哆醇，吡哆醛、吡哆胺
维生素B_{12}	氰钴胺素 } 抗恶性贫血维生素
维生素B_{12b}	羟钴胺素 } 抗恶性贫血维生素
维生素B_{12c}	亚硝钴胺素 } 抗恶性贫血维生素
维生素M或B_c	叶酸，酪酸杆菌因子
维生素H	生物素
维生素C	抗坏血酸，抗坏血病维生素

维生素的种类很多，化学性质与生理功能各不相同，根据其溶解性质，可分为脂溶性维生素与水溶性维生素两大类。由于有的维生素最初被发现时，仅知其为膳食中不可缺少的成分，不知道他们的化学结构与生理功能，故在维生素之后加一拉丁字母以示区别，如A、B、C、D等；有的最初发现时，认为是一种维生素，以后又证明是几种性质近似的维生素的混和物，乃在拉丁字母后下方用数字加以区别，如B_1、B_2等；有的生理功能明确后，又在其前冠以生理功能以示区别，如抗不孕维生素；有的又根据其化学结构加以命名。现将重要的维生素分类、目前使用名称和同义名称列表如左。

维生素A

维生素A(vitamin A)分子含有一个β-紫罗酮环和共轭双键的侧链。自然界中最普遍的存在形式是哺乳动物和海水鱼中的视黄醇(维生素A_1)。淡水鱼中的维生素A是3-脱氢视黄醇(维生素A_2)，它的生理活性约为视黄醇的40%。植物中所含的胡萝卜素具有与维生素A相似的结构，能在人体内转化为维生素A，通常称为维生素A原，其中以β-胡萝卜素的生理活性最高。维生素A与β-胡萝卜素都能耐受一般烹调和煮沸处理。在无氧条件下对热相当稳定，加入适当的抗氧化剂更有助于长期保存。

入体与转归　食物中维生素A主要以酯化的形式存

在，在肠腔内先水解，吸收入肠粘膜细胞后再酯化，进入淋巴系统中与乳糜微粒结合后进入血液。β-胡萝卜素经肠粘膜细胞内存在的β-胡萝卜素-15,15′-加氧酶，从中央分裂成视黄醛，再经还原酶转变为视黄醇，再一次酯化后进入淋巴系统。维生素A在实质细胞表面经水解形成视黄醇，进入细胞内再酯化。人体内的维生素A约有90%贮存于肝脏中。

肝脏中视黄醇与一种特异的视黄醇结合蛋白(RBP)结合，通过血液运转到周围组织，以供代谢需要。在正常情况下血浆中所有RBP都以视黄醇结合蛋白—前白蛋白复合物(RBP-PA)的形式进入循环。这种形式，除了稳定视黄醇与RBP的结合外，还降低了小分子RBP(分子量约为21 000)的肾小球过滤和肾的分解代谢。因此，这一复合体的作用减低了肾脏从循环中移去维生素A和RBP的速度。RBP从肝脏释放到血清需要维生素A，其释放量与维生素的给予量成比例。目前已利用血液RBP的含量作为衡量人体维生素A营养状况的指标。

生理作用 维生素A具有促进动物生长繁殖，维持上皮组织与正常视力的生理功能。维生素A醇与维生素A醛在机体内可以相互转化，均具有上述全部功用。维生素A醛进一步氧化形成维生素A酸，是一个不可逆转的反应。维生素A酸能促进动物生长，但在视觉过程中没有活性，也不支持动物的正常繁殖。

与视力关系 视网膜中有两种特异性的感光受体：锥体细胞在强光下起作用(明视觉)，杆体细胞在暗光下起作用(暗视觉)。锥体细胞的视色素为视紫蓝质，杆体细胞为视紫红质。两种视色素的区别在于视蛋白的不同，其辅基均为11-顺-视黄醛。视黄醛是维生素A类化合物。如果机体中维生素A营养状况较差，血液中维生素A含量低，则单位时间内视紫红质的合成量少，暗光下恢复视觉所需的时间较长；相反，如果机体内维生素A营养状况良好，则单位时间内视紫红质合成量较多，暗光下恢复视觉所需时间较短。故暗适应检查方法可用来衡量人体维生素A的营养状况。

与上皮组织关系 维生素A有维持上皮组织健全的功能。在细胞分化过程中维生素A营养状况良好时，上皮基底细胞可以形成分泌粘液的杯状细胞；而当维生素A缺乏时，上皮细胞即行角化，鼻、喉、气管、胃肠道以及生殖泌尿道的上皮组织易受感染，皮肤出现粗糙、干燥和鳞化，结膜干燥、变厚、角化和角膜浑浊等。

人体营养状况评价 血液中维生素A的含量是评定人体维生素A营养状况常用的指标，一般以4 000 IU/L为适宜，2 000 IU/L即为缺乏的表现。人体对维生素A的需要量与体重、生理情况有关，每千克体重每日最低需要量为20—50 IU，儿童、孕妇、乳母需要量增多。

食物来源与供给量 维生素A只存在于动物性食品中，以肝脏、鸡蛋、奶油和牛奶为最好的来源。鱼肝油中维生素A的含量很高，可以作为婴幼儿的补充来源。胡萝卜素以绿色和黄色蔬菜中的含量最多，如胡萝卜、菠菜、韭菜、油菜等均是维生素A原的丰富来源。

β-胡萝卜素在人体内的吸收率平均为摄入量的1/3，在体内转化为维生素A的转换率为吸收量的1/2，故利用率平均为摄入量的1/6。1 μg β-胡萝卜素的生理价值相当于0.167 μg的视黄醇，1 IU维生素A活性＝0.3 μg视黄醇＝1.8 μg β-胡萝卜素。中国建议每日膳食中维生素A供给量，成年人为3 300 IU，孕妇3 900 IU，乳母为4 300 IU，3岁以上的儿童及青少年3 300 IU，3岁以下的幼儿酌减，按不同年龄定为600—1 700 IU。

维生素D

维生素D(vitamin D)是类固醇的衍生物，具有抗佝偻病作用，故称为抗佝偻病维生素。具有维生素D活性的化合物有多种，以维生素D_2(骨化醇)及维生素D_3(胆骨化醇)较为重要。

人体内胆固醇可部分地转变为7-脱氢胆固醇，贮存于皮下，在日光或紫外线(300 nm)照射下，可再转变为维生素D_3。植物油或酵母中含有麦角固醇，不能被人体利用，但在日光或紫外线照射后，可以转变成维生素D_2。维生素D_2与D_3在人体内的效用相同，1 IU的维生素D相当于0.025 μg维生素D_3的纯结晶。

在小肠内有胆汁存在时维生素D可被吸收，并由淋巴乳糜微粒运送到血液。维生素D_3在肝脏微粒体25-羟化酶作用下形成25-OH-D_3，后者进入肾脏，再经羟化作用转变为1,25-$(OH)_2$-D_3，这两个酶反应都需要NADPH、O_2和Mg^{2+}的参与。维生素D贮存于肝、皮肤、脑与骨骼中。某些代谢产物如24,25-$(OH)_2$-D_3和1,24,25-$(OH)_3$-D_3等则随胆汁排出体外。

维生素D的活性形式是1,25-$(OH)_2$-D_3。它的合成受甲状旁腺激素(PTH)和甲状腺降钙素的调节。人的正常血清钙含量约为2.5 mmol/L(10 mg/dl)。当血清钙浓度低于这个水平时，PTH的分泌增多，刺激肾脏中1-羟化酶，促使25-OH-D_3形成1,25-$(OH)_2$-D_3，增进肠钙的吸收和肾脏对钙的再吸收；同时也刺激骨盐的溶解作用，使骨中的钙与磷向血液释放。当血钙过高时，则各种作用均向相反方向进行。故血钙就是通过这种调节机制来维持正常水平的。钙在肠道内的吸收需要一种结合钙的蛋白质(CaBP)，1,25-$(OH)_2$-D_3的作用在于激活肠粘膜细胞内CaBP的合成。

维生素D的另一重要生理作用是促进骨骼的钙化。在维生素D缺乏的情况下，骨骼的钙化受到损害，儿童形成佝偻病，成年人形成骨质软化病。

维生素D与柠檬酸的代谢有关。机体内柠檬酸约有70%存在于骨骼中。维生素D缺乏时骨中柠檬酸含量降低。正常儿童血液中柠檬酸含量为1.3 mmol/L(25

mg/dl)，佝偻病患儿为 0.78 mmol/L(15 mg/dl)。

在维生素D供应正常的情况下，由于肾脏疾病或遗传性因子的影响，仍然存在许多类似佝偻病和软化病的危险因素，可用 1,25-$(OH)_2$-D_3治疗。

维生素D主要存在于动物性食品中，以鱼肝脏中含量最丰富。人体维生素D的最低需要量没有确定，婴儿、儿童、青少年、孕妇及乳母每日膳食供给量为 400 IU。

维生素B_1

维生素B_1(vitamin B_1)又称硫胺素，由嘧啶与噻唑化合而成，是抗脚气病维生素。硫胺素对酸、热均很稳定，加热到 120℃仍不分解，但在碱性溶液中易破坏，并易为亚硫酸盐分解。

硫胺素在小肠中被吸收，并转变为焦磷酸硫胺素(TPP)，它是羧化酶的辅酶。红细胞中TPP的含量约为 0.1 mg/L，白细胞中可达 1 mg/L，血浆中较低。某些组织如心、脑、肝和肾中含有一定量维生素B_1，但膳食中无供应时其储量即迅速下降。因此，每日必须适量摄入来补充，但摄入量过高时即从尿中排出。人体内肠细菌所合成的维生素B_1，不能被人体利用。

维生素B_1是体内糖代谢所必需的，缺乏时丙酮酸将在组织内堆积。因此血液中丙酮酸的含量是评定维生素B_1营养状况的指标之一。

TPP是转酮酶的辅酶，为体内合成核糖所必需。维生素B_1缺乏时，红细胞中转酮酶活性下降。这是测量维生素B_1营养状况比较特异的指标。

维生素B_1缺乏引起多发性神经炎，主要由于：①葡萄糖氧化率降低，神经细胞不能获得足够的能量供应。②丙酮或甲基乙二醛(缺乏维生素B_1时，甲基乙二醛在体内堆积)的毒性使神经遭受损伤。

硫胺素普遍存在于各类食物中，以谷类、豆类及肉类食物中含量较为丰富，谷物的胚和酵母是硫胺素最好的来源。粮食碾磨愈精，硫胺素的含量愈低，所以要适当控制粮食的加工精度。鱼肉中存在一种硫胺素酶，吃生鱼者容易发生维生素B_1缺乏病。

硫胺素的人体最低需要量为 0.07 mg/1 000 kJ (0.3 mg/1 000 kcal)。每日膳食中硫胺素供给量，中国定为 0.12 mg/1 000 kJ(0.5 mg/1 000 kcal)。孕妇与乳母每日供给量为 1.8 mg。

维生素B_2

维生素B_2(vitamin B_2)是一种黄色物质，分子中含有核糖醇，故又名核黄素。核黄素在酸性或中性溶液中对热稳定，碱性溶液中易分解，并为可见光或紫外光破坏。

核黄素在小肠内吸收，少量贮存于肝、脾、肾和心肌等组织中，多余的从尿、汗中排出。肠细菌能合成核黄素，但不能为人体吸收，从粪中排出。

核黄素是黄素单核苷酸(FMN)和黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)的组成成分。它们是黄素酶的辅基，在体内参与广泛的代谢作用。某些黄素酶还在生物氧化还原系统中担负了电子传递作用。FMN和FAD以辅基形式与黄素酶蛋白牢固结合，能使核黄素在体内保持稳定，不易耗竭。但在负氮平衡时，尿中核黄素排出量增加。

核黄素广泛存在于各类食品中，动物性食品较植物性食品中含量高，而以肝脏中含量最为丰富。绿叶蔬菜亦含有相当多的核黄素，为膳食中核黄素的较好来源。由于中国膳食中动物性食品所占比例较少，核黄素摄入量一般不足。

成年人每日摄入量<0.6 mg，持续 4 个月即出现口角炎、皮脂溢出等缺乏症状。24 h尿核黄素排出量与摄入量有关，每天摄入 1.1 mg者，尿中排出量一般为摄入量的 7%—9%；每天摄入量为 1.6 mg时，尿中排出可达摄入量的 26%以上，表明机体内贮存充裕。每日膳食中核黄素供给量，中国定为 0.12 mg/1 000 kJ(0.5 mg/1 000 kcal)。孕妇与乳母每日为 1.8 mg。

尼克酸

尼克酸(nicotinic acid, niacin)又称烟酸，同尼克酰胺(烟酰胺)都是抗癞皮病维生素，溶解于水和酒精，对热稳定，在温度不超过 120℃时几无损失，能耐受一般烹调方法，但炸、捞等烹调时，会大量损失。

入体与转归 在正常情况下，尼克酸在小肠内被吸收并在体内转变为辅酶 I 和辅酶 II。尼克酸广泛地分布于人体内，但不能贮存。它在体内代谢后，绝大部分以N′-甲基尼克酰胺和吡酮的形式随尿排出体外。尿内仅含有少量的尼克酸或尼克酰胺。

生理功能 辅酶 I 和辅酶 II 都是脱氢酶的辅酶，参与糖原酵解和三羧酸循环。尼克酸缺乏时，可发生癞皮病。此时糖代谢受阻，神经细胞得不到足够的能量，影响神经功能。因此，神经症状是癞皮病的主要特征之一。

"结合型"尼克酸 是存在于谷类食物中不能为生物机体利用的一种尼克酸复合物，其确切的化学组成还不清楚，仅知其在碱性溶液中很不稳定，可以分解出游离尼克酸。玉米中所含尼克酸大部分为结合型，约占总尼克酸量的 64%—73%，且又缺乏色氨酸，故以玉米为主食者易患癞皮病。在玉米粉中加入 0.6%—1.0%的碳酸氢钠，按 1∶1 加水蒸熟，制成窝头后，其制品中游离尼克酸含量随pH值的升高而增加，可为动物和人体利用，能够预防癞皮病的发生。

人体营养状况评价 最常用的评定尼克酸营养状况的方法是测定尿中N′-甲基尼克酰胺和 2-酮-N′-甲基尼克酰胺。此两种代谢物正常成年人的排出量一般在5mg以上，其中20%—30%为N′-甲基尼克酰胺，40%—60%

为2-酮-N′-甲基尼克酰胺。一般认为尿中此两者比值是较好的评价指标。正常时为1.3—4.0，<1.0时为缺乏。当膳食中无尼克酸时，2-酮-N′-甲基尼克酰胺的排出首先降低，而N′-甲基尼克酰胺的排出量只有在机体表现缺乏时，开始下降。每克肌酐的N′-甲基尼克酰胺的排出量，亦可作为评定尼克酸营养状况的指标。<0.5 mg者为缺乏，0.5—1.5 mg者为不足，>1.6 mg者为适宜。饱和试验也能衡量人体内尼克酸的营养状况。口服15 mg尼克酰胺后4 h内排出N′-甲基尼克酰胺3 mg以上者为正常。

色氨酸在机体中可以转化为尼克酸，评价尼克酸营养状况时可以将色氨酸的量考虑进去，故Horwitt提出尼克酸当量的概念：

$$尼克酸当量=尼克酸(mg)+\frac{色氨酸(mg)}{60}$$

（在体内每60 mg色氨酸可以转变为1 mg尼克酸）

因尼克酸在体内参与了能量代谢，又提出尼克酸比值为评价方法：

尼克酸比值=每4 184 kJ(1 000 kcal)热能所提供的尼克酸当量

人体对尼克酸的最低需要量为1.05尼克酸当量/1 000 kJ(4.4尼克酸当量/1 000 kcal)。

食物来源和供给量　动物性食品中尼克酸含量较多，且蛋白质富含色氨酸，为抗癞皮病维生素的最好来源。花生仁是尼克酸的丰富来源，每100 g中含尼克酸10—13 mg，为肉类食物的2—3倍。

人体组织中硫胺素与尼克酸含量之比约为1∶10，故一般规定膳食中尼克酸供给量为硫胺素供给量的10倍。中国建议的每日膳食中尼克酸供给量，成年人为1.20 mg/1 000 kJ(5 mg/1 000 kcal)，儿童为1.43 mg/1 000 kJ(6 mg/1 000 kcal)。孕妇与乳母每日供给量定为18 mg。

维生素C

维生素C(vitamin C)又名抗坏血酸，分L型和D型。自然界存在的维生素C是L型，D型没有生物活性。维生素C分子中2、3位碳原子上的羟基易被氧化成酮基，形成脱氢抗坏血酸，仍具生理活性。但进一步水合，形成二酮古乐糖酸后，则失去生理活性。抗坏血酸溶于水，稍溶于丙酮与低级醇类。结晶维生素C稳定，水溶液易为大气中氧破坏，微量重金属离子可加速维生素C的氧化过程，因此烹调时间宜短，不宜用焯方法处理。

入体与转归　人体内不能合成维生素C，须由食物供给。在体内有少量贮存，肝、肾中可达1 mg/g。膳食中缺乏时，在一定时期内不致出现缺乏症状。维生素C从尿、汗和粪便中排出，主要是尿。一般而言，血浆浓度在14 mg/L以下时，每日尿中排出量约为血浆的20倍。如果血浆中含量为10 mg/L时，则尿中排出量约为20 mg。L-抗坏血酸的分解代谢产物主要为草酸及少量2,3-二酮古乐糖酸，均自尿中排出。

生理功能　维生素C的生理功能有：①在胶原蛋白合成中，主要是在脯氨酸和赖氨酸羟化过程中激活羟化酶。缺乏时，胶原合成受到损害，创伤愈合延缓；微血管脆弱，造成不同程度的出血现象。②酪氨酸氧化代谢过程中，维生素C使酪氨酸氧化为对羟基苯丙酮酸；并进一步激活对羟基苯丙酮酸氧化酶，使对羟基苯丙酮酸形成2,5-二羟苯乙酸，形成甲酸与乙酰乙酸参与三羧酸循环。③维生素C将Fe^{3+}还原为Fe^{2+}，增进铁在肠道中的吸收；并促使运铁蛋白的铁转移到器官铁蛋白中，以利铁在机体内的贮存。④四氢叶酸代谢过程中，也需要维生素C参与。⑤抗坏血酸硫酸盐可能在人体内将胆固醇转变成能溶于水的硫酸盐，有助于从循环系统中除去胆固醇；参与肝脏内胆固醇的羟化作用，形成胆酸，降低血液中胆固醇的含量。⑥可能参与肾上腺皮质激素的合成，在应激情况下浓度降低，故口服大剂量维生素C，可以增加人体对低温的耐受。

人体营养状况评价　血浆维生素C可以反映膳食摄入情况，每日摄入75 mg，血浆水平为56.8 μmol/L(1.0 mg/dl)；50 mg时，为48.3 μmol/L(0.85 mg/dl)；25 mg时，为17.0 μmol/L(0.3 mg/dl)。静脉注射维生素C 100 mg后，3 h内排出注入量的50%者为正常，15%者为缺乏。口服500 mg维生素C后，4 h内尿中排出5 mg以上者为正常，3 mg以下者为缺乏。

食物来源和供给量　抗坏血酸在蔬菜和水果中广泛存在，以绿色蔬菜和柑橘类含量最多。

人体每千克体重每日需要维生素C约0.5 mg。成年人每日摄入45 mg可以维持机体适当的维生素C营养水平；摄入<10 mg将出现缺乏症状。中国成年人每日供给量定为60 mg，孕妇为80 mg，乳母为100 mg，不同年龄儿童为30—50 mg。

膳食纤维

膳食纤维(dietary fiber)包括食物中所含的纤维素、半纤维素、木质素和其他混杂多糖如果胶等。其中有些不能被消化酶或肠道微生物丛分解，如纤维和木质素；有些能部分被肠道微生物丛分解，如半纤维素及一些混杂多糖。

膳食中含适量的膳食纤维，能刺激消化液分泌和肠蠕动，缩短食物通过肠道的时间，有利于消化、吸收和顺利排便。若膳食纤维过少，将导致便秘；太多又将过度刺激肠粘膜，不利于消化吸收。膳食纤维刺激肠蠕动的因素很多：如膳食的体积、肠道微生物丛分解半纤维素和混杂多糖所产生的低级挥发酸及其他产物以及糖类本身的吸湿性等。

近年来观察到进食膳食纤维多的人群，某些大肠疾病，如结肠癌的发病率比进食膳食纤维少的人群显著地低

膳食纤维可促进胆酸及中性类固醇的排出，从而降低血清胆固醇的含量 其机制可能是膳食纤维在肠道中吸附胆酸，使之由粪便排出。所损失的胆酸，则由血中胆固醇经肝脏转化来补偿，从而使血清胆固醇的含量下降。

膳食纤维的主要来源是天然的植物性食品，如蔬菜、水果、粮谷类、薯类和豆类等。动物性食物不含膳食纤维，精细加工的植物性食品含纤维很少。

常用食物营养成分

人体需要的营养素，除水外，几乎都取之于食物。不同食物所含营养素的种类和数量各不相同。为了系统了解食物中营养素的含量，列出部分常用食物每 100 g 食部所含营养素量于下表。所谓“食部”是根据一般的烹调饮食习惯，将市售食品不可食部分弃去，余下可食用的部分，简称为食部。表中列有“食部(%)”一栏，是表示市售食品可食部分所占的百分数。有的食品从市场购回后全部可以食用，即为食部 100%，如米、面粉等；有些市售食品，食用前必须去除一部分，不能全部食用，如鲤鱼食部为 62%。从市场购回食品计算其营养成分含量时，可按下式计算：

$$\text{市品 500 g 中某种营养素含量} = \text{食部 100 g 中该种营养素含量} \times 5 \times \frac{\text{表中“食部”栏内数字}}{100}$$

表中 1 IU 维生素A相当于 0.3 μg 视黄醇当量，1 μg 胡萝卜素相当于 0.167 μg 视黄醇当量，热量 1 kcal 相当于 4.184 kJ。

中国幅员辽阔，生长在不同地区的同一品种食品所含营养素不尽相同，且品种、收获季节、种植或养殖条件、运输储存情况等许多因素均可对食品营养成分产生一定影响，故表中所列营养素含量仅能作为参考。表中有些项目未列出数字，仅有“—”，一般表示该项营养素未经测定，并非不含有；同时也有少数项目表示未曾测出，但又不能肯定其含量为 0。

常用食物营养成分(食部 100 g 中的含量)表

类别及名称	食部(%)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量(kJ)	热量(kcal)	粗纤维(g)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	胡萝卜素(mg)	硫胺素(mg)	核黄素(mg)	尼克酸(mg)	抗坏血酸(mg)
谷类															
稻米(籼稻)	100	7.8	1.3	76.6	1 460	349	0.4	9	203	—	0	0.19	0.06	1.6	0
稻米(粳稻)	100	6.8	1.3	76.8	1 448	346	0.3	8	164	2.3	0	0.22	0.06	1.5	0
稻米(上白粳)	100	6.7	0.7	77.9	1 444	345	0.2	10	120	1.3	0	0.13	0.05	1.0	0
面粉(标准粉)	100	9.9	1.8	74.6	1 481	354	0.6	38	268	4.2	0	0.46	0.06	2.5	0
面粉(精白粉)	100	9.4	1.4	75.0	1 464	350	0.4	25	162	2.6	0	0.24	0.07	2.0	0
小米	100	9.7	3.5	72.8	1 515	362	1.6	29	240	4.7	0.19	0.59	0.12	1.6	0
高粱米	100	8.4	2.7	75.6	1 506	360	0.6	7	180	4.1	—	0.26	0.09	1.5	0
玉米面	100	8.4	4.3	70.2	1 477	353	1.5	34	-	—	0.13	0.31	0.10	2.0	0
莜麦面	100	15.0	8.5	64.8	1 657	396	2.1	58	398	9.6	0	0.29	0.17	0.8	0
糯米	100	6.7	1.4	76.3	1 444	345	0.2	19	155	6.7	0	0.19	0.03	2.0	0
豆类及豆制品															
黄豆	100	36.5	18.4	35.3	1 724	412	4.8	367	571	11.0	0.40	0.79	0.25	2.1	0
绿豆	100	22.7	1.2	56.8	1 377	329	4.1	111	362	5.6	0.12	0.53	0.11	2.0	0
赤豆	100	21.7	0.8	60.7	1 418	339	4.6	76	386	4.5	—	0.43	0.16	2.1	0
豇豆	100	22.0	2.0	55.5	1 372	328	4.1	100	456	7.6	—	0.35	0.11	2.4	0
蚕豆	100	29.4	1.8	47.5	1 356	324	2.1	93	225	6.2	—	—	-	—	—
豌豆	100	24.6	1.0	57.0	1 401	335	4.5	84	400	5.7	0.04	1.02	0.12	2.7	0
黄豆芽	100	11.5	2.0	7.1	385	92	1.0	68	102	1.8	0.03	0.17	0.11	0.8	4
绿豆芽	100	3.2	0.1	3.7	121	29	0.7	23	51	0.9	0.04	0.07	0.06	0.7	6
豆腐	100	7.4	3.5	2.7	301	72	0.1	277	87	2.1	—	0.03	0.03	0.2	0
豆腐干	100	19.2	6.7	6.7	686	164	0.2	117	204	4.6	–	0.05	0.05	0.1	0
豆腐乳	100	14.6	5.7	5.8	557	133	0.6	167	200	12.0	–	0.04	0.16	0.5	0
粉条	100	0.3	0	84.4	1 418	339	0	27	24	0.8	0	—	—	--	0

续表

类别及名称	食部(%)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量(kJ)	热量(kcal)	粗纤维(g)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	胡萝卜素(mg)	硫胺素(mg)	核黄素(mg)	尼克酸(mg)	抗坏血酸(mg)
粉皮	100	0.6	0.2	87.5	1481	354	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0
豆浆	100	4.4	1.8	1.5	167	40	0	25	45	2.5	—	0.03	0.01	0.1	0
鲜豆类															
毛豆	42	13.6	5.7	7.1	561	134	2.1	100	219	6.4	0.28	0.33	0.16	1.7	25
扁豆	93	2.8	0.2	5.4	146	35	1.4	116	63	1.5	0.32	0.05	0.07	0.7	13
蚕豆	23	9.0	0.7	12.7	372	89	0.3	15	217	1.7	0.15	0.33	0.18	2.9	12
四季豆	94	1.5	0.2	4.7	113	27	0.8	44	39	1.1	0.24	0.68	0.12	0.6	9
豆角	95	2.4	0.2	4.7	126	30	1.4	53	63	1.0	0.89	0.09	0.08	1.0	19
豌豆	34	7.2	0.3	12.0	334	80	1.3	13	90	0.8	0.15	0.54	0.08	2.8	14
根茎类															
甜薯	87	1.8	0.2	29.5	531	127	0.5	18	20	0.4	1.31	0.12	0.04	0.5	30
马铃薯	88	2.3	0.1	16.6	322	77	0.7	11	64	1.2	0.01	0.10	0.03	0.4	16
芋头	70	2.2	0.1	19.5	335	80	0.6	19	51	0.6	0.02	0.06	0.03	0.07	4
白萝卜	78	0.6	0	5.7	105	25	0.8	49	34	0.5	0.02	0.02	0.04	0.05	30
小红萝卜	63	0.9	0.2	3.8	88	21	0.5	23	24	0.6	0.01	0.03	0.03	0.4	27
青萝卜	94	1.1	0.1	6.6	134	32	0.6	58	27	0.4	0.62	0.02	0.03	0.3	—
凉薯	91	1.4	0.2	11.9	230	55	0.9	29	28	1.6	0	0.03	0.02	0.5	2
胡萝卜(黄)	89	0.1	0.3	7.6	146	35	0.7	32	30	0.6	3.62	0.02	0.05	0.3	16
胡萝卜(红)	93	1.0	0.2	6.2	129	31	0.9	19	23	1.9	3.70	0.04	0.04	0.3	6
葱头(洋葱)	70	1.8	0	8.0	163	39	1.1	40	50	1.8	—	0.03	0.02	0.2	8
大葱	71	1.0	0.3	6.0	130	31	0.5	12	46	0.6	1.20	0.08	0.05	0.5	14
姜	100	1.4	0.7	8.5	193	46	1.0	20	45	7.0	0.18	0.01	0.04	0.4	4
大蒜	29	4.4	0.2	23.0	464	111	0.7	5	44	0.4	0	0.24	0.03	0.9	3
冬笋	39	4.1	0.1	5.7	167	40	0.8	22	56	0.1	0.08	0.08	0.08	0.6	1
茭白	45	1.5	0.7	4.0	96	23	0.6	4	43	0.3	—	0.04	0.05	0.6	2
藕	85	1.0	0.1	19.8	356	85	0.7	19	51	0.5	0.02	0.11	0.04	0.4	25
嫩茎、叶、花类															
大白菜	68	1.1	0.2	2.1	63	15	0.4	61	37	0.5	0.01	0.02	0.04	0.3	20
小白菜	99	1.3	0.3	2.3	71	17	0.6	93	50	1.6	1.49	0.03	0.08	0.6	40
鸡毛菜	100	2.0	0.4	1.3	71	17	0.6	75	55	5.0	1.30	0.02	0.08	0.6	46
塌棵菜	81	2.7	0.1	3.0	100	24	0.8	160	51	4.4	2.63	0.08	0.15	0.6	58
油菜	96	1.1	0.3	1.9	63	15	0.5	108	30	1.0	1.70	0.02	0.11	0.6	40
卷心菜	86	1.3	0.3	4.0	100	24	0.9	62	28	0.7	0.01	0.04	0.04	0.3	39
菠菜	89	2.4	0.5	3.1	113	27	0.7	72	53	1.8	3.87	0.04	0.13	0.6	39
韭菜	93	2.1	0.6	3.2	113	27	1.1	48	46	1.7	3.21	0.03	0.09	0.9	39
芹菜	74	2.2	0.3	1.9	80	19	0.6	160	61	8.5	0.11	0.03	0.04	0.3	6
雪里蕻	85	2.8	0.6	2.9	117	28	1.0	235	64	3.4	1.46	0.07	0.14	0.8	85
蕹菜	75	2.3	0.3	4.5	126	30	1.0	100	37	1.4	2.14	0.06	0.16	0.7	28
苋菜	55	2.5	0.4	5.0	142	34	1.1	200	46	4.8	1.92	0.04	0.14	1.3	35
莴笋	49	0.6	0.1	1.9	46	11	0.4	7	31	2.0	0.02	0.03	0.02	0.5	1
菜花	53	2.4	0.4	3.0	105	25	0.8	18	53	0.7	0.08	0.06	0.08	0.8	88
瓜茄类															
西葫芦	73	0.7	0	2.4	50	12	0.7	22	6	0.2	0.01	0.02	0.02	0.3	1
西红柿	97	0.8	0.3	2.2	63	15	0.4	8	24	0.8	0.37	0.03	0.02	0.6	8
茄子	96	2.3	0.1	3.1	96	23	0.8	22	31	0.4	0.04	0.03	0.04	0.5	3
青椒	71	0.7	0.2	3.9	84	20	0.8	10	33	0.7	0.60	0.06	0.04	0.8	52
柿子椒	86	0.9	0.2	3.8	88	21	0.8	11	27	0.7	0.36	0.04	0.04	0.7	89
丝瓜	93	1.5	0.1	4.5	105	25	0.5	28	45	0.8	0.32	0,04	0.06	0.5	8
冬瓜	76	0.4	0	2.4	46	11	0.4	19	12	0.3	0.01	0.01	0.02	0.3	16
黄瓜	86	0.9	0.2	1.6	46	11	0.3	19	29	0.3	0.13	0.04	0.04	0.3	6

续表

类别及名称	食部(%)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量(kJ)	热量(kcal)	粗纤维(g)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	胡萝卜素(mg)	硫胺素(mg)	核黄素(mg)	尼克酸(mg)	抗坏血酸(mg)
南瓜	81	0.3	0	1.3	25	6	0.3	11	9	0.1	2.40	0.05	0.06		4
西瓜	54	1.2	0	4.2	92	22	0.3	6	10	0.2	0.17	0.02	0.02	0.2	3
甜瓜	72	0.7	0	2.3	50	12	0.3	20	8	0.3	0.28	0.02	0.02	0.4	7
咸菜类															
腌雪里蕻	96	2.0	0.1	3.3	92	22	1.0	250	31	3.1	1.55	0.04	0.11	0.5	-
榨菜	100	4.1	0.2	9.2	230	55	2.2	280	130	6.7	0.04	0.04	0.09	0.7	
腌萝卜	96	0.8	1.4	5.4	155	37	0.9	118	31	1.1	0.02	0.03	0.04	0.4	
腌芥菜头	100	4.0	0	23.5	460	110	1.7	351	123	5.4		0.03	0.15	1.4	-
酱黄瓜	90	4.9	0.1	13.5	314	75	0.9		-	—		-	--		—
鲜果及干果类															
橘	73	0.9	0.1	12.8	234	56	0.4	56	15	0.2	0.55	0.08	0.03	0.3	34
橙	73	0.6	0.1	12.2	217	52	0.6	58	15	0.2	0.11	0.08	0.03	0.2	54
柚	61	0.7	0.6	12.2	238	57	0.8	41	43	0.9	0.12	0.07	0.02	0.5	41
苹果	81	0.4	0.5	13.0	243	58	1.2	11	9	0.3	0.08	0.01	0.01	0.1	--
葡萄	87	0.4	0.6	8.2	167	40	2.6	4	7	0.8	0.04	0.05	0.01	0.2	-
桃	73	0.8	0.1	10.7	197	47	0.4	8	20	1.2	0.06	0.01	0.02	0.7	6
杏	90	1.2	0	11.1	205	49	1.9	26	24	0.8	1.79	0.02	0.03	0.6	7
柿	70	0.7	0.1	10.8	197	47	3.1	10	19	0.2	0.15	0.01	0.02	0.3	11
枣	91	1.2	0.2	23.2	414	99	1.6	14	23	0.5	0.01	0.06	0.04	0.6	540
红果	69	0.7	0.2	22.1	389	93	2.0	68	20	2.1	0.82	0.02	0.05	0.4	89
香蕉	56	1.2	0.6	19.5	369	88	0.9	9	31	0.6	0.25	0.02	0.05	0.7	6
波罗	53	0.4	0.3	9.3	176	42	0.4	18	28	0.5	0.08	0.08	0.02	0.2	24
红枣(干)	85	3.3	0.4	72.8	1 289	308	3.1	61	55	1.6	0.01	0.06	0.15	1.2	12
西瓜子(炒)	40	31.8	39.1	19.1	2 326	556	1.8	237	751	8.3	0.18	0.03	0.14	2.7	--
葵花子(炒)	46	24.6	54.4	9.9	2 628	628	4.9	45	354	4.3	0.10	0.88	0.20	5.1	—
花生仁(生)	99	26.2	39.2	22.1	2 284	546	2.5	67	378	1.9	0.04	1.07	0.11	9.5	0
菌藻类															
蘑菇(鲜)	97	2.9	0.2	2.4	96	23	0.6	8	66	1.3		0.11	0.16	3.3	4
香菇	72	13.0	1.8	54.0	1 188	284	7.8	--	—		—	0.07	1.13	18.9	—
海带	100	8.2	0.1	56.2	1 097	258	9.7	1177	216	150.0	0.57	0.09	0.36	1.6	-
紫菜	100	28.2	0.2	48.5	1 293	309	4.8	343	457	33.2	1.23	0.44	2.07	5.1	1
油脂和调味品类															
猪油(炼)	100	0	99.0	0	3 728	891	0	0	0	0	0	0	0.01	0.1	0
植物油	100	0	100.0	0	3 766	900	0	0	0	0	0.03	0	0.04	0	0
芝麻酱	100	20.0	52.9	15.0	2 577	616	6.9	870	530	58.0	0.03	0.24	0.20	6.7	0
白糖	100	0.3	0	99.0	1 661	397	0	82	—	1.9	--	-	--	-	-
红糖	100	0.4	0	93.5	1 573	376	0	90	—	4.0	-	—	0.09	0.6	0
酱油	100	2.0	0	17.2	322	77	0.8	97	31	5.0	0	0.01	0.13	1.5	0
甜面酱	100	7.3	2.1	27.3	657	157	2.5	51	127	4.5	—	0.08	0.17	3.4	0
豆瓣酱	100	10.7	9.0	12.9	732	175	1.6	99	165	7.9	-	0.06	0.24	1.5	0
醋	100	—	-	0.9	17	4	—	65	135	1.1	0	0.03	0.05	0.7	0
精盐	100	—	—	—	—	—	0	62	0	1.6		—	—	—	—

续表

类别及名称	食部(%)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量 (kJ)	热量 (kcal)	粗纤维(g)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	维生素A(IU)	硫胺素(mg)	核黄素(mg)	尼克酸(mg)	抗坏血酸(mg)
肉类和禽类															
猪肉(瘦)	100	10.5	15.3	2.1	790	189	0	34	320	1.2		-	0.16	—	—
猪肉(肥瘦)	100	9.5	59.8	0.9	2 427	580	0	6	101	1.4		0.53	0.12	4.2	—
咸肉	100	14.4	21.8	3.3	1 117	267	0	31	109	2.3	—	-	-		—
猪舌	96	16.5	12.7	1.8	787	188	0	- -	—	—	0	0.08	0.23	3.0	0
猪心	78	19.1	6.3	0	557	133	0	---	-		0	0.34	0.52	5.7	1
猪肝	100	21.3	4.5	1.4	548	131	0	11	270	25.0	8 700	0.40	2.11	16.2	18
猪肾	89	15.5	4.8	0.7	452	108	0		- -		-	0.38	1.12	4.5	22
猪肚	92	14.6	2.9	1.4	377	90	0	-			—	0.05	0.18	2.5	0
猪血	100	18.9	0.4	0.6	343	82	0	—		—		—	.		
牛肉(肥瘦)	100	20.1	10.2	0	720	172	0	7	170	0.9	0	0.07	0.15	6.0	
牛肝	100	21.8	4.8	2.6	590	141	0	13	400	9.0	18 300	0.39	2.30	16.2	18
羊肉(肥瘦)	100	11.1	28.8	0.8	1 285	307	0		-	—	0	0.07	0.13	4.8	0
羊肝	100	18.5	7.2	3.9	644	154	0	—	-	—	29 900	0.42	3.57	18.9	17
鸡	34	21.5	2.5	0.7	464	111	0	11	190	1.5	-	0.03	0.09	8.0	- -
鸡肝	100	18.2	3.4	1.9	464	111	0	21	260	8.2	50 900	0.38	1.63	10.4	7
鸭	24	16.5	7.5	0.5	569	136	0	-		—	-	0.07	0.15	1.7	—
鹅	66	10.8	11.2	0	603	144	0	13	23	3.7	- -	—	—	—	—
蛋类															
鸡蛋	85	14.7	11.6	1.6	711	170	0	55	210	2.7	1 440	0.16	0.31	0.1	—
鸭蛋	87	8.7	9.8	10.3	686	164	0	71	210	3.2	1 380	0.15	0.37	0.1	—
松花(皮蛋)	88	13.1	10.7	2.2	661	158	0	58	200	0.9	940	0.02	0.21	0.1	—
水产品类															
黄花鱼	57	17.6	0.8	—	326	78	0	33	135	1.0	-	0.01	0.10	0.8	—
带鱼	72	18.1	7.4		582	139	0	24	160	1.1	--	0.01	0.09	1.9	—
鲳鱼	64	15.6	6.6	0.2	515	123	0	19	240	0.3	—	—	—	—	.
青鱼	68	19.5	5.2	0	528	125	0	25	171	0.8	—	0.13	0.12	1.7	—
鲢鱼	46	15.3	0.9	0	289	69	0	36	187	0.6	—	0.02	0.15	2.7	—
鲤鱼	62	17.3	5.1	0	481	115	0	25	175	1.6	—	—	0.10	3.1	—
鲫鱼	40	13.0	1.1	0.1	259	62	0	95	242	0.5	-	—	0.06	2.3	—
墨鱼	73	13.0	0.7	1.4	268	64	0	14	150	0.6		0.01	0.06	1.0	—
河虾	26	17.5	0.6	0	318	76	0	221	23	0.1	—	0.02	0.08	1.9	-
对虾	70	20.6	0.7	0.2	377	90	0	35	150	0.1	360	0.01	0.11	1.7	-
虾米	100	47.6	0.5	0	816	195	0	880	695	6.7	0	0.03	0.06	4.1	—
虾皮	100	39.3	3.0	8.6	916	219	0	2 000	1 005	5.5	- -	0.03	0.07	2.5	—
乳类															
人乳	100	1.5	3.7	6.9	280	67	0	34	15	0.1	250	0.01	0.04	0.1	6
牛乳	100	3.3	4.0	5.0	289	69	0	120	93	0.2	140	0.04	0.13	0.2	1
羊乳	100	3.8	4.1	4.3	289	69	0	140	106	0.1	80	0.05	0.13	0.3	-
奶粉	100	26.2	30.6	35.5	2 184	522	0	1030	883	0.8	1 400	0.15	0.69	0.7	微量
黄油(白脱油)	100	0.5	82.5	0	3 117	745	0	15	15	0.2	2 700	0	0.01	0.1	0
干酪(奶酪)	100	28.8	35.9	0.3	1 840	440	0	590	393	0.6	1 280	0.08	0.50	0.2	—
奶油	100	2.9	20.0	3.5	861	206	0	97	77	0.1	830	0.03	0.14	0.1	微量

研究方法

调查设计

流行病学调查

流行病学调查(epidemiological investigation)是流行病学主要内容之一。通过调查,查明疾病的时间、地区和人群分布及其与疾病发生、蔓延和控制有关的各种因素。

根据疾病发生和调查目的不同,调查方法也有多种(表 1)。

表1 各种流行病学调查方法

方法学上的特征	调查方法		
	定群调查	病例-对照调查	现况调查
分组	暴露-未暴露	患病-未病	其中之一
时间顺序	前瞻性	回顾性	现况
样本组成	无病个体	病例和对照	存活者
比较	暴露者中患病情况	患者的暴露情况	其中之一
率	发病率	百分率(%)	患病率
危险度指标	相对危险度,归因危险度	比数比(暴露)	比数比(现患)
优点	没有暴露水平的偏倚,能计算发病率与相对危险度	费用低,样本小,获得结果迅速,适用于罕见病,无失访	获得结果迅速
缺点	需要大样本,追踪观察时间长,有失访;方法和标准随时间的推移而变化;费用高,不适用于罕见病	资料不全面;回忆有偏倚;选择对照和配对可能存在问题;仅能计算比数比,并不能确定病因;仅调查存活者	不能确定病因,仅调查存活者,对罕见病不太适用

流行病学调查主要包括资料收集(即调查)和资料分析两个方面。在实际工作中,两者紧密联系在一起。

应用于流行病学调查的资料,归纳为下列几方面:

(1) 常规记录资料:如疾病报告、死亡报告、临床记录或病史、人口统计资料,以及其他的登记资料如药物销售量、环境监测登记资料等。

(2) 访问调查对象:可以通过信访、电话访问或直接面访调查对象,以获得有关资料。

(3) 调查对象身体检查和检验:可包括有关病史、症状、体征和影象学的诊断检查,并根据调查目的,要采取血、尿、粪等标本进行常规、生化、免疫和病原体如微生物、寄生虫等检验。

(4) 现场观察和与外环境有关因素的检查:对发生疾病流行的地区应进行现场观察,以便了解疾病发生经过和有关致病因素。如对肠道传染病调查供水系统与卫生情况、食堂与饮食卫生等。

资料的收集是流行病学调查结果真实性和可靠性的关键。具体步骤是:

(1) 制订调查计划:调查前必须制订调查计划。明确调查目的和调查方法,确定要求获得的指标,如某病的患病率或发病率,某因素与某病或健康的联系,某项措施对防止某病的效果等。

(2) 确定调查对象:根据调查方法、人力、物力和经费等选择不同的调查对象,原则上应该保证从研究对象中能获得需要的流行病学资料。调查对象可以从地理或行政管理范围来规定,如选一个村(镇)居民,或一个系统的职工。研究对象可以从研究人群中用抽样方法取得(见“抽样调查”条),也可以全体人群为对象。调查人数根据设计而定。

(3) 确定调查项目:根据不同的目的和调查方法来决定调查项目。有些项目是必需的,例如年龄、性别、职业、民族、文化程度、居住地点等。项目不是越多越好,不必要的项目应一条也不列,必需的项目应一条也不缺。每一调查项目,必须有明确的目的,和明确的规定或说明。

(4) 制定调查表:根据调查目的、方法和项目,制定调查表。调查表设计得适当与否,关系到调查工作的成效。因此,拟调查表时应先对调查的问题作周密的考虑。调查表可以一人一表,一户一表或一队一表,视需要而定。关于列入的项目,一个调查对象在回答一个问题时必须只有一个答案,不可模棱两可,使一个问题可能有几种答案。所得的答案必须能进行统计分析。此外,调查表应留有一定的空白,以便记录被调查者主动发表或补充的意见。调查表所记载的不只是问题的答案,现场亲眼见到

的有关资料也要记在调查表上。实际计量资料较目测的资料好。一个完善的调查表，往往不能一次就拟好。因此，调查表拟好后需进行试用，再经几度修改，使其更为完善。

(5) 组织调查：调查表既经拟定后，即组织调查工作。除了由调查人员向被调查者用询问方法调查外，项目简明的调查亦可通信调查，或电话调查。根据具体情况，有的调查要进行现场察看和实验室检查。为保证调查质量，可组织小规模试点调查。通过试点调查、了解调查全过程，发现缺点或问题，及时纠正，总结经验，然后开始全面调查。

流行病学调查的成败，与调查人员的素质关系很大。调查人员必须受过训练，他们要具备必要的流行病学知识，应熟悉调查目的、要求、方法和项目的意义。调查人员要尊重客观事实，如实记录。要尽一切可能取得第一手资料，一时取不到的要随后设法补齐。

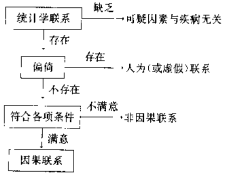
资料收集后，首先要检查其是否完整。如有缺漏或错误，应根据具体情况补查或剔除，以保证分析结果不致发生偏差。

资料分析的原则是定量比较不同特征人群分组(如不同时间、地区或年龄、性别、职业和生活习惯等)之间疾病或某事件发生的差别。其目的是检验调查开始时所提出的假设，估计各种参数，确定可信限。分组的粗细可根据具体需要、资料的多少及详细程度而定。分组后每组的资料含量必须满足统计学的要求。

常用的参数主要分为两大类：①疾病频率测量，其具体指标见"疾病统计指标"部分和"死因统计指标"部分各条目。这些指标用来表示人群中疾病发生频率。②联系程度测量，具体指标见"相对危险度与比数比"、"归因危险度"等条。这些指标用来评价某危险因素与疾病间在统计上的联系程度。

对各组参数间的差别要进行显著性检验，如χ^2检验、t检验和相关回归分析等。对多因素的作用，可作判别分析、多元回归及主成分分析等，以反映哪些因素与疾病有关及其关系的密切程度。

流行病学调查总是要涉及到因果关系的判断。经过统计学处理，如果相比的两组结果有显著差异，或某可疑因素的暴露与疾病发生相关，这种联系叫做统计学联系。统计学联系并非均为因果关系(图)。有时统计学联系，可能是一种虚假或人为的联系。如癌的发病率随年龄增长而升高，而白发者的比例也随年龄增长而升高，但白发并非是癌的病因。即使是非虚假的联系，亦不能轻易下因果关系的结论。如肝癌患者以往有肝炎史者高于对照，差别极显著。但在断言肝炎为肝癌病因前，尚须经严格验证，排除因先有肝癌(早期未能发现)以致易患肝炎的可能性。因此，当疾病与某危险因素有统计学联系，且非虚假联系，要判断其是否为因果关系时，还必须满足一定的条件(表2)。满足的条件越多，判为因果关系的错误亦越小。因果关系是指一定的原因产生相应的结果。①直接因果关系，即因素B引起疾病A(B→A)。②间接因果关系，即因素C通过中间或辅助因素B与疾病A发生联系(C→B→A)，改变因素C亦会引起疾病A频率的变动。



疾病与可疑因素间的联系

表2 判断因果联系的条件

1.	联系强度(评价指标：相对危险度和归因危险度)
2.	一致性(时间、空间上的可重复性)
3.	特异性(限于某单一可疑因素对单一结果的联系)
4.	时间性(时间上的先后顺序，因在前，果在后)
5.	剂量反应关系(接触水平与产生的效果成比例关系)
6.	合理性(生物学上的可能性)
7.	相符性(疾病的空间分布、时间分布与病因分布相符)
8.	实验室证据(生物模型)
9.	类推(生物学上的外推)

个案调查

个案调查(case study)是对个别发生的新病例进行例行的调查。病例包括传染病和非传染病病人。调查的病种由当地卫生防疫站规定。调查的目的是查明单个病例发生的原因，以便采取相应措施，防止疫情扩大。

调查内容主要包括：①一般项目为姓名、性别、年龄、职业、文化程度、住地等。②临床特征。③有关实验室检查。④流行病学资料，对传染病方面着重调查受感染的日期、地点、方式、传染源、传播途径及接触者；对非传染病则着重调查有关发病因素等。

调查方法与步骤：

(1) 疫源地处理：在单个传染病病例发生时，对疫源地进行调查。①核实诊断：所有报告病例的临床、化验和流行病学证据，必须经过进一步的核实。②消毒：根据病种和患者的具体条件，决定是否需要消毒和消毒范围。如发生流行性脑脊髓膜炎的病家，开窗通风和曝晒被褥即可；但发生伤寒病人，由于病原体能在外界存活一段时间，病人的排泄物必须进行随时消毒及终末消毒。消毒范围依污染范围而定。③登记接触者名单：对经接触传播

的传染病，应登记接触者姓名，并对他们采取必要的措施如预防接种和随访。目的是能及时发现他们中的新病例，防止疾病蔓延。随访日期自与病例末次接触时算起至该病的最长潜伏期为止。④追溯传染源：根据发病日期，追溯患者与该病传染源的接触史。了解可疑传染源是否仍在排出病原体，调查其他接触者可能受染的机会。

（2）总结某疾病分布特点：个案调查的对象都是病例。积累个案调查记录，综合当地人口资料，可以分析疾病发生的频率及其在人群中的分布情况。

（3）特殊病例的调查：某些特殊病例，如预防接种后发生较严重反应者，或者不明原因的严重病例等，有时虽然仅有一二例，亦需要进行个案调查，以便收集有关资料作初步分析。

个案调查习惯上应用于上述单个病例，但目前已扩大到对一项有某种特殊意义的事件或单位为某种目的而进行的调查，故又称案例调查，经常运用于管理、卫生法规等学科的研究中。例如，对重大意外环境事故的调查，就是通过案例调查了解其发生的经过、原因和产生的后果，以及为该事件的紧急处理及善后措施提供资料，对预防同类事故提出建议。对一件医疗事故调查其经过，检查医疗记录和申诉依据，确定是否为医疗事故，也是个案调查。在管理科学中，也经常运用这方法调查先进事例，医疗机构的设备、人员等条件、管理工作特点、效益如何等。

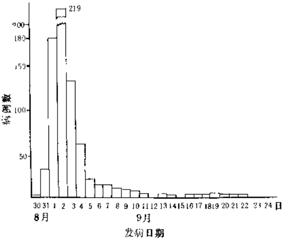
暴发调查

暴发调查（outbreak investigation）是对地区或集体单位在较短时间内突然发生较多同一种疾病所进行的调查。调查目的是阐明暴发原因，并立即采取有效措施，控制疾病发展。由于涉及人数多，病例又集中在一段时间内，故当发生暴发后，应立即前往调查。其调查方法与步骤如下：

（1）核实诊断：首先对报告病例的诊断要进一步核对，这需要从临床、实验室检查与流行病学资料互相结合进行综合分析作出判断。要规定疾病的诊断标准以及疾病的分级。

（2）证实暴发：要了解此次暴发的时间、地点和发病情况，对暴发原因提出假设。根据初步得到的线索拟定调查表，进行实地调查，以确定暴发。必要时应有实验室检查。调查应在暴发发生后尽快进行，否则就难以了解当时的现场和收集当时有关的标本。

（3）分析疾病的分布：根据调查分析疾病的时间、地点和人群分布，证实或否定已提出的假设。例如，根据病例发病日期，统计每单元时间发病人数，绘制暴发曲线，了解暴发的持续时间。横坐标列出时间单位，一般可用小时、日或周为单位。纵坐标可用病例数表示。亦可绘制成直条图（如图）。



1979 年 8 月至 9 月某县某大队甲型肝炎暴发流行情况

根据该病潜伏期的长短（一次暴露，可从暴露日期至第一例病人发病日期推算出最短潜伏期，从暴露日期至最后一个病例的发病日期推算出最长潜伏期，平均潜伏期可用几何平均数或中位数求出），推测暴发的性质是由于点源性，即各病例几乎同时暴露于致病因子；抑或续源性，即各病例在不同时间暴露于致病因子。点源性的暴发是指暴发初例和末例发生与病例暴露该致病因子的间隔时间，都在该病的最长和最短的潜伏期之间；初例和末例发生时间的间隔最长不超过该病最长潜伏期和最短潜伏期的差数。如果远超出此差数，则暴发为续源性的可能性较大。

可利用地图标记病例发生的地区分布。计算不同地区、部门和单位疾病发生的罹患率，以及根据病例的年龄、性别和职业等特征来分组，计算各组人群的罹患率，并用统计学检验进行比较。根据这些资料，结合临床和实验室检查资料，并反覆论证，可推断造成暴发的原因。

（4）控制疾病再次发生：一旦确定暴发因素，查明来源、传播方式和途径，必须制订和采取相应和有效的措施，以控制疾病发展或再次发生。

例 某中学于某年 6 月 27 日突然发生腹泻、呕吐和腹痛病例多起。下午二时后，每小时发病数例。至当晚，发病多达每小时近百名。如此异乎寻常的发病可确认为暴发。

为查明暴发的原因，首先对病例发生时间、地点以及该校与该病有关的各项卫生条件作了初步了解，经周密的思考，排除不可能的病因，提出了暴发可能与食物有关的初步假设。调查的第一步是根据病例的症状和体征规定了确定病例的标准和拟定调查表格。调查是以该校的全体师生员工为对象，包括患者和非患者。每一对象均按统一的表格调查。然后对所得的资料按病例的不同分布分析，结果发现发病与是否在校用膳有关。在校用膳者罹患率为 65.8%，不在校用膳者中无人发病（见表）。进一步分析发现与用中餐有关，且与食用中餐的冷拌菜有关。经食物的卫生学调查揭示，这是因为猪肚的清洗过程和冷拌菜制备过程交叉污染所造成。为此该校发生的是一起由沙门氏菌引起的食物型暴发。

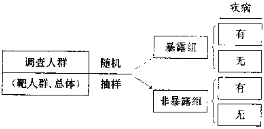
在校用膳与5的发病情况

在校用膳	发病人数	不发病人数	共计	罹患率(%)
是	385	200	585	65.8
否	0	451	451	0

现况调查

现况调查(prevalence study)是在某一特定时间对某一人群中疾病或健康状况与有关因素之间关系的调查。其目的主要是描述性的,描述疾病的分布(如不同年龄、性别等的现患率),描述某些因素(如吸烟、饮酒等)与疾病的关系。由于在一时点内进行调查,故称横断面调查(cross-sectional study)。因其收集的流行病学资料,不是过去的暴露史,也不是追踪将来的发病结果,故称现况调查。

现况调查的设计,如图所示:



现况调查示意图

资料整理

	病例	非病例	合计
暴露因素组	a	b	a+b
未暴露因素组	c	d	c+d
	a+c	b+d	N

统计分析

暴露某因素组现患率 = a/(a+b)

未暴露某因素组现患率 = c/(c+d)

暴露因素对疾病发生影响程度:

(1) 比数比 = ad/bc

(2) 率比 = [a/(a+b)]/[c/(c+d)]

设计时主要包括:

(1) 明确调查目的:调查目的不可模棱两可。

(2) 准确规定调查人群:调查的是某一地区的人口,或是具有某种特征的人群。

(3) 确定样本大小:样本大小对进行有效的统计分析十分重要。样本大小依现患率、调查结果的精确性要求,以及测定方法的准确性等程度不同而定。

(4) 抽样:调查人群确定后,可以对全体对象都调查,或进行抽样调查,即调查有代表性的部分来估计整个调查人群(总体)的情况。调查者不能从志愿者中挑选作为调查对象。

(5) 分析:可采用多种方法,估计两个要比较的组(如调查组和对照组)之间疾病或有关指标发生频率(如现患率、感染率或阳性率)之间的差异,以及调查人群暴露某因素而发病机会的程度大小。例如比数比等于3并有统计学显著意义,说明暴露于某因素人群比未暴露组人群发病机会约高3倍。

在现况调查中,常用的描述疾病发生频率的指标有时点现患率和时期现患率:

时点现患率(%)

$$= \frac{\text{在某一特殊时点的新旧病例数}}{\text{当时的研究人数}} \times 100$$

时期现患率(%)

$$= \frac{\text{在某一时期内的新旧病例数}}{\text{同期的研究人数}} \times 100$$

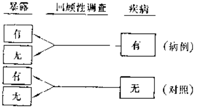
在一些特殊情况下,用时点现患率可以估计长期的影响。如100名新生儿,他们的畸形率就是以出生为一点,观察几周、几月或几年后出现的畸形情况。

现况调查的主要优点是花钱较少,获得结果迅速。常用以提出新的关于研究因素与疾病的病因假设。亦可用于社区保健工作,如了解居民中人口变动、计划生育情况、卫生状况、卫生资源分配、疾病分布、劳动能力、儿童生长和发育、营养状况等。可利用现况调查进行卫生监测如吸烟状况,生物、化学及物理病因监测,病媒昆虫和生物的调查。通过现况调查还可以对卫生措施和卫生规划进行评价,对人群进行健康教育。

现况调查主要的缺点是:①调查时疾病与暴露因素同时存在,因而,不能进行时间上因果联系的分析。②对研究罕见病和病程短的疾病不甚合适。

病例—对照调查

病例—对照调查(case—control study)是比较病例组和不患该病的对照组之间在疾病发生以前对可疑致病因素的接触情况、研究这些因素在病例组出现的频率或程度是否高于对照组的一种调查。调查目的是推测可能的病因或有关因素。



病例—对照调查示意图

病例—对照调查属回顾性调查(retrospective study)，是从结果查原因。调查者首先是肯定病例和非病例(对照)，然后追溯调查对象过去的暴露情况。调查方法的设计如图所示。

调查时间	过去		现在
分组设计	暴露	回顾性调查	疾病

资料整理

	病例	对照	合计
有暴露史	a	b	a+b
无暴露史	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d=N

统计分析

$$比数比(OR)=\frac{ad}{bc}$$

$$归因危险度(AR)=\frac{P(OR-1)}{P(OR-1)+1}$$

$$P(对照组有暴露史比例)=\frac{b}{b+d}$$

具体调查步骤如下：

确立病例 病例必须有明确的诊断标准，最好能获得病例客观的证据如放射学检查结果、尸解报告或组织学材料等。例如在研究肿瘤时，应用病例的肿瘤病理组织检查结果，结合已确定的肿瘤组织学分类标准来肯定病例时，可以大大增加结果的可靠性。诊断不明和诊断依据不足(仅根据临床症状体征诊断)的病例，不适合选入病例组。

病例的来源主要有两类：一类来自医院，另一类来自一般人群。从医院选择病例，常存在医院对住院病人有选择的影响，病例不能很好地代表总体。所以，提倡在一般人群中选择病例，这可通过现况调查或从疾病和死亡登记报告中获得。无论何种来源，均应该选择新病例。因为：①新病例诊断有据可查。②新病例回忆暴露史比较准确。③老病例多为该病存活者，不能代表患有该病的总体。

选择对照 常用的对照有四类：①一般人群。②医院病人。③病例的亲戚。④病例的朋友、邻居、同事等。对照组除可疑病因外，其他条件必须与病例组基本相同，如年龄、性别、民族、居住地、职业和社会经济条件等。可比较与致病因素无关的因素，来检验对照组和病例组之间的可比性。

人们在实践中，常按表1的方法选择对照组。如从医院选择对照，须注意病例和对照组入院机会必须相等，入院时间接近。作为对照的其他疾病病人，所患疾病不能与所要研究的因素有任何联系。例如，肺结核和慢性支气管炎都与吸烟有关，这两种病例不能互为对照。也不能作为肺癌的对照，因肺癌也与吸烟有关。

确定对照来源后，即考虑选择方法。有三种抽样方法：随机抽样(见"抽样调查")、系统抽样(见"抽样调查"条)和配对抽样。配对抽样是选择对照组最常用的方法。用此法可消除混杂因素对调查因素与疾病间联系的影响。一个病例可以配一个对照，也可以1:2，1:3甚至更多，但以不超过1:4为宜。选择哪些因素配对须经过认真考虑，不是越多越好，多了不但增加工作难度，且可出现配对过度，即因素配对过多，而失去对某些因素与疾病间相互关系的了解。常作为配对的因素有年龄、性别、民族、经济状况、文化程度等。

表1 选择病例和对照的方法

病例	对照
(1) 一个医院所有已诊断的病例	(1) 同一个医院内患其他病的病例
(2) 一个门诊部所有已诊断的病例	(2) 同一个门诊部已诊断的其他病例
(3) 多个医院或门诊部已诊断的病例	(3) 多个医院或门诊部已诊断的其他病例
(4) 以上任何一种方法选出的病例	(4) 病例所在同一街道或住宅区中的健康人
(5) 在人群中普查或抽查出的所有病例	(5) 在人群中抽查的非病例
(6) 社会团体中所有已诊断的病例	(6) 社会团体人群中抽样的非病例
(7) 以上任何方法选出的病例	(7) 病例的配偶、同胞、同事、亲朋、同班同学等

估计样本大小 病例—对照调查的样本大小，取决于四个因素：①对调查的精确度要求。通常用α表示假阳性率或第一类误差。α愈小，精确度要求愈高，样本需愈大。一般将α定在0.05或0.01。②假阴性率或第二类误差，通常用β表示。$1-\beta$为把握度(sure of detecting)。把握度要求愈大，样本需愈大。一般将β定在0.1。③对照组的暴露率愈高，要求样本数愈大。④估计比数比(OR)，比数比愈大，样本可愈小。可用下列公式计算样本大小(N)。

$$N=\frac{(Z_\alpha\sqrt{2\bar{P}\bar{Q}}+Z_\beta\sqrt{P_1Q_1+P_2Q_2})^2}{(P_2-P_1)^2} \quad (1)$$

式中Z_α和Z_β分别为α与β正态分布分位数，是常数；可查表2获得。P_1为对照组有暴露史人数的比例。P_2为病例组有暴露史人数的比例。可用下式估计：

$$P_2=(OR\times P_1)/(1-P_1+OR\times P_1)$$
$$Q_1=1-P_1$$
$$Q_2=1-P_2$$
$$\bar{P}=(P_1+P_2)/2$$
$$\bar{Q}=(Q_1+Q_2)/2$$

表2 正态分布的分位数表

α或β	单侧检验Z_α或Z_β	双侧检验Z_α或Z_β
0.001	3.090	3.290
0.002	2.878	3.090
0.005	2.576	2.807
0.010	2.326	2.576
0.020	2.058	2.326
0.025	1.960	2.242
0.050	1.645	1.960
0.100	1.282	1.645
0.200	0.842	1.282

例1 调查吸烟与肺癌的关系。估计对照组有吸烟史者为2%，比数比为2，要求$\alpha=0.05$，$\beta=0.1$，求对照组和病例组各需样本数。

$P_1=0.2$, $OR=2$, $Z_\alpha=1.96$, $Z_\beta=1.28$

$P_2=(2\times0.2)/(1-0.2+2\times0.2)=0.3333$

$Q_1=1-0.2=0.8$

$Q_2=1-0.3333=0.6667$

$\bar{P}=(0.2+0.3333)/2=0.2667$

$\bar{Q}=1-0.2667=0.7333$

$$则N=\frac{(1.96\sqrt{2\times0.2667\times0.7333}+1.28\sqrt{0.2\times0.8+0.3333\times0.6667})^2}{(0.3333-0.2)^2}$$

$$=\frac{(1.2258+0.7926)^2}{0.0178}=228.9$$

即得每组约需调查230人。

估计可能偏倚　病例—对照调查设计和实施过程中可能有一些人为的原因影响研究结果的真实性，而产生偏倚(bias)。偏倚主要发生在三个方面：调查对象、调查者和调查过程。

例如病例诊断不明确或依据不足，调查的病例混入其他病种的病例，如肺癌病例中包括了胸膜间皮瘤；或没有按随机原则从总体中抽取调查对象，使调查对象(病例和对照)和非调查对象(参照人群)间特征有系统差异，如选择自愿者为调查对象，从医院选择调查对象，受入院率影响。这些偏倚称为选择偏倚。

调查者对病例和对照的调查带有某种倾向，将一个对象、一个观察值或一种特征错误地划分到不是它所属的类别中，如将一个病例错误地认为是健康人而分到对照组中；或对病例组暴露史的询问比对照组更为热心或深入。这些偏倚可称为调查者偏倚。

病例组往往比对照组对暴露史的回忆比较认真和容易回忆，这种偏倚称为回忆偏倚。

暴露因素调查　对研究的因素事先要有明确的规定。如调查农药或服用药品时，要具体规定哪些农药或药品；如调查吸烟，每天吸烟一支以上，连续1年以上者算作有吸烟。除了规定各种因素暴露史"有"或"无"定性区分外，还应尽量做到定量分级，以便将来分析因素与疾病间的剂量反应关系，如吸烟不单调查吸烟或不吸烟，还需要调查吸烟年数、平均每天吸多少支、开始吸烟年龄等。

调查内容应完全以问题形式归纳在调查表中。问题应该通俗易懂，尽量做到闭锁式，即让被调查者在已提供的几种可能答案中作一选择，如"是"或"否"。

调查病例与对照的项目和方法须完全相同。两者须同样认真调查，调查者不宜提出带导向性的问题。为了保证两组的调查资料同样精确可靠，理想的办法是不让调查者知道他所调查的对象属病例或对照。调查者也不应该试图探索调查对象所属何组，以减少调查者主观因素的影响。在调查项目中有没有包括真正的病因或与发病有联系的因素，是能否调查到病因或有关因素的一个决定性条件。

资料分析　(1) 估计相对危险度：相对危险度(RR)是指暴露于某因素的人发生疾病的概率为非暴露者的几倍，是估计某因素与疾病之间联系强度的指标。病例—对照调查不能计算发病率，也不能计算相对危险度。常用比数比(OR)来估计相对危险度(见"相对危险度和比数比"条)。

比数比也称相对危险度估计值。

例2 调查饮酒与食管癌的关系，结果见表3。试计算比数比。

表3 饮酒与食管癌的关系

	病例组	对照组	合计
饮酒	96(a)	109(b)	205(a+b)
不饮酒	104(c)	666(d)	770(c+d)
合计	200(a+c)	775(b+d)	975(a+b+c+d=N)

$$比数比=\frac{ad}{bc}=\frac{96\times666}{109\times104}=5.64$$

结果为饮酒者患食管癌的危险性为不饮酒者的5.64倍。

(2) 比数比的显著性检验：当$OR>1$时，表示研究因素与疾病可能有联系，但这种联系必须经显著性检验，可用χ^2检验。

$$\chi^2=\frac{(|ad-bc|-\frac{N}{2})^2(N-1)}{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)} \quad (2)$$

例如以表3资料说明：

$$\chi^2=\frac{(|96\times666-109\times104|-\frac{975}{2})^2\times(975-1)}{200\times775\times205\times770}$$

$$=108.1$$

自由度为1，$P<0.0001$，表示饮酒与食管癌确有联系，机遇得此结果的概率极小。

(3) 计算比数比的95%可信限(见"相对危险度和比数比"条)。

(4) 估计归因危险度：在病例—对照调查中，归因危险度(AR)可用下式求得：

$$AR=\frac{P(OR-1)}{P(OR-1)+1} \quad (3)$$

式中P为人群中有此因素暴露史的人所占比例，常以对照组有暴露史比例替代，$P=b/(b+d)$

(5) 配对资料的比数比估计：1∶1的配对资料可以整理为：

		病例组	
		有暴露史	无暴露史
对照组	有暴露史	a	b
	无暴露史	c	d

a为病例和对照均有暴露史的对子数，b为对照有暴露史而病例无暴露史的对子数，c为病例有暴露史而对照无暴露史的对子数，d为病例和对照均无暴露史的对子数。

$OR=c/b$（χ^2检验见"配对数据比较"条）

当病例与对照的比为1∶2时，每组病例与对照的暴露情况可有6种不同形式用n_0、n_1、n_2、n_3、n_4、n_5表示：①病例与对照都有暴露(n_0)。②病例和1名对照有暴露(n_1)。③仅病例有暴露(n_2)。④病例无暴露而2名对照都有暴露(n_3)。⑤仅1名对照有暴露(n_4)。⑥病例与对照都无暴露(n_5)。其χ^2和OR值的计算，以吸烟与膀胱癌关系为例，介绍如下：

表4 吸烟与膀胱癌关系

病例暴露史	对照暴露史		
	二人都暴露	一人暴露	二人均未暴露
有暴露	31(n_0)	42(n_1)	17(n_2)
无暴露	11(n_3)	23(n_4)	12(n_5)

$$OR=\frac{n_1+2n_2}{2n_3+n_4}=\frac{42+2\times17}{2\times11+23}=1.69$$

$$\chi^2=\frac{[n_2-E(n_2)+n_1-E(n_1)]^2}{V(n_2)+V(n_1)} \tag{4}$$

$$E(n_2)={}^1/_3(n_2+n_4)={}^1/_3(17+23)=13.333$$

$$V(n_2)={}^2/_9(n_2+n_4)={}^2/_9(17+23)=8.889$$

$$E(n_1)={}^2/_3(n_1+n_3)={}^2/_3(42+11)=35.333$$

$$V(n_1)={}^2/_9(n_1+n_3)={}^2/_9(42+11)=11.778$$

$$\chi^2=\frac{[17-13.333+42-35.333]^2}{8.889+11.778}=5.167$$

自由度为1，$0.01<P<0.05$。

当病例与对照的比为1∶3或1∶4时，资料分配需用专门的方法：

$$OR_{M-H}=\sum_{j=0}^{c}(c-j)n_j(+)/\sum_{j=0}^{c}jn_j(-) \tag{5}$$

式中c为配对比例，$n_j(+)$为病例有暴露史同时对照中有j个有暴露史的实际对子数。$n_j(-)$为病例无暴露史而对照中有j个有暴露史的实际对子数。兹以1∶4配对资料为例简述如下：

表5 1∶4配对资料暴露与疾病分析表

病例暴露史	对照中有暴露史者人数					合计
	0	1	2	3	4	
有暴露	3	17	16	15	5	56
无暴露	0	4	1	1	1	7

$$OR=\frac{(4-0)n_0(+)+(4-1)n_1(+)+(4-2)n_2(+)+(4-3)n_3(+)+(4-4)n_4(+)}{0n_0(-)+1n_1(-)+2n_2(-)+3n_3(-)+4n_4(-)}$$

$$=\frac{4\times3+3\times17+2\times16+1\times15+0\times5}{0\times0+1\times4+2\times1+3\times1+4\times1}=8.46$$

(6) 分层资料的比数比计算：如调查的因素有数量和等级的不同时，应使用Mantel-Haenszelχ^2检验判断是否有显著性，并进行OR的标准化处理（见"MHχ^2检验"条）。

病例—对照调查只能提供病因的线索，一般不能直接得出因果关系的结论，故下结论时要特别谨慎，因时间上的先后联系不一定表示有因果关系。必须考虑多方面的证据：联系与事物吻合的程度、重复观察时结果是否一致、与用其他方法所得的证据有无矛盾等。

病例—对照调查的优点是：①方法简便易行，无需大样本，可很快得出结果，可作为病因调查初期研究的一种方法。②一次调查可以同时调查多个因素。③适用于对罕见疾病的调查。

病例—对照调查的缺点是：①不能直接分析相对危险度和决定某因素与某病的因果关系，不能区别因素与疾病有联系的性质。病例组与其因素有无联系的经验须与全人口的经验比较，不能满足于只与所选用的对照组比较。调查结果有无价值，要看推广到总的人群中去时，结论能否同样站得住。②调查暴露史的资料是通过回忆得到的。可靠程度往往不等，易产生偏倚。③对照组的选择须是一般人口的无偏估计，但这一理想常不易达到。由于往往调查不到已死的病人，因此，病例都不能代表全部病例，对照也都不能代表其所属人群，故易产生偏倚。

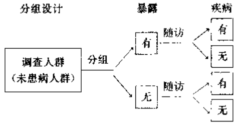
定群调查

定群调查(cohort study)又称前瞻性调查(prospective study)，是将一定范围内未患病的人群按照是否暴露于某因素分组，然后随访几年，记录并比较暴露与非暴露组疾病发生频率，以研究某因素与疾病之间的关系的一种调查。定群调查又称队列调查。暴露组与非暴露组好像是二队马队，在同一起跑线上，起跑后经若干路程后，最后决一雌雄。

定群调查的设计示意如图。

两种调查时间　现在——→将来（前瞻性调查）

过去——→现在（历史前瞻性调查）



资料整理

	累积发病率或现况资料			发病率或发病密度资料	
	有病	无病	合计	病例数	人年
暴露组	a	c	$a+c(N_1)$	a	N_1
非暴露组	b	d	$b+d(N_0)$	b	N_0

统计分析

暴露组发病率 $=a/(a+c)$，或 a/N_1

非暴露组发病率 $=b/(b+d)$，或 b/N_0

相对危险度(RR) $=\frac{a}{a+c}\Big/\frac{b}{b+d}$ 或 $\frac{a}{N_1}\Big/\frac{b}{N_0}$

率差(RD) $=\frac{a}{a+c}-\frac{b}{b+d}$ 或 $\frac{a}{N_1}-\frac{b}{N_0}$

归因危险度(AR) $=\frac{P(RR-1)}{P(RR-1)+1}$（P为人群中暴露某因素的比例）

定群调查设计示意图

例如，妇女患结核病时，反覆暴露于X线下与患乳腺癌的发生是否有关系。根据结核病院病史材料分成X线暴露和不暴露妇女二组，然后计算出暴露人年及其在此期间患乳腺癌的人数（表1）。并计算出人年乳腺癌发病率。

表1 患结核病妇女暴露与未暴露于X线下得乳腺癌情况

	乳腺癌病例数	人　年
暴露于X线	41	28 010
未暴露于X线	15	19 017

$$RR=\frac{\left(\frac{41}{28\,010}\right)}{\left(\frac{15}{19\,017}\right)}=1.86$$

$$RD=\frac{1.46}{10^3}-\frac{0.79}{10^3}=\frac{0.67}{10^3}$$

$$\chi^2=4.33,P<0.05$$

说明妇女乳腺癌可能与X线有关。

调查类别 根据暴露因素分组和随访开始时间，定群调查可分为两种。

前瞻性定群调查 或称纯前瞻性定群调查。其特点是以现有暴露因素分组，调查是从现在追踪到将来。随访开始时，病例未出现，需要经过一定时期后，才能得到结果（发病或死亡）。

历史前瞻性定群调查 根据过去某一时期人群对某因素的暴露史分组，然后追查到现在的发病或死亡情况。调查开始时，病例或死亡病例已经发生。要追溯到过去某时期，故其性质是回顾性的，但时间上是从过去追查到现在。进行历史前瞻性调查，要有三个前提：①从记载中可以找出过去某时期所有成员。②要调查的因素有可靠的记录。③掌握所有成员的结局。

历史前瞻性调查重点为死亡率，对研究潜伏期长的疾病较适宜。而单纯前瞻性调查可收集很多发病资料，不限于死亡，一般用于推断病因。

调查设计的有关问题

暴露组选择 选择暴露某因素人群进行定群调查，选择标准如下：

(1) 特殊暴露：此包括：①高浓度暴露，如研究辐射线的作用，调查对象可选用接受放射治疗的病人和从事放射工作的职业人群。②特异性暴露，如选择石棉工人研究石棉与肺癌发病率。③新出现的可疑因素。

(2) 容易追踪的对象：调查对象能够提供可靠暴露史，且易追踪。常选择医院病人和职业工人。

(3) 按地理或种族分组：如移民调查。

暴露因素规定 暴露因素必须要有明确的定性规定，并尽可能收集暴露因素的定量资料，以便分析剂量—反应关系，加强暴露因素与疾病发生之间的因果联系。有时由于不易获取准确的定量资料，可用暴露水平分级如严重暴露、中度暴露、轻度暴露和不暴露，来描述暴露程度。

非暴露（对照）组选择 在定群调查中，常设立非暴露组为对照组。原则上对照组与暴露组，除暴露的因素外，在年龄、性别、住地、种族、文化程度、社会经济地位、生活习惯等主要特征应一致。须进行两组的可比性检验。例如调查放射线对放射科医师死亡率的影响时，可以在同地区医院内选眼科医师或耳鼻喉科医师作比较组。

除此以外还有两种情况：

(1) 内对照：有很多定群调查是在一个群体中，将暴露因素分级进行调查，非暴露的一组或暴露最低组便为非暴露组或对照组。各调查组除了浓度不同外，其他方面有可比性。例如在一个有某可疑因素工厂进行定群调查，对照组可以选择另一个无该因素工厂工人为对照（外对照），也可选择本厂不接触该因素的工人为对照（内对照）。

(2) 与人群发病率或死亡率比较：在职业流行病学中，常以人群基础发病率或死亡率作比较，特别有些特殊暴露组人数较少，不便计算出不同年龄、性别的发病率或死亡率。可以用人群发病率或死亡率计算暴露组预期发病数或死亡数，然后与观察值比较。

定群调查的样本大小 定群调查所需的样本往往比病例--对照调查的样本大得多。定群调查的样本大小取决于四个参数：①对调查要求的精确度。②把握度（1－

β)。③非暴露组的发病率或死亡率(P_1)。④相对危险度(RR)。

样本大小可用下式计算,即

$$N=\frac{[Z_\alpha\sqrt{2\bar{P}\bar{Q}}+Z_\beta\sqrt{P_1(1-P_1)+P_2(1-P_2)}]^2}{(P_1-P_2)^2}$$

P_1为非暴露组的发病率或死亡率;P_2为暴露组的发病率或死亡率,即$P_2=P_1\cdot RR$;$\bar{P}=(P_1+P_2)/2$;$\bar{Q}=1-\bar{P}$;α和β为所取的检验水准,Z为标准正态离差。

例 现拟定群调查分析孕妇暴露某因素与婴儿先天性心脏病的关系,已知$P_1=0.002$,如果相对危险度(RR)为2,要随访多少对象?要求用双侧检验,$\alpha=0.05$,$\beta=0.10$。

$Z_\alpha=1.96$,$Z_\beta=1.28$(可从"病例-对照调查"条中表2中查得)

$P_1=0.002$

$P_2=P_1\cdot RR=0.002\times2=0.004$

$\bar{P}=(P_1+P_2)/2=(0.002+0.004)/2=0.003$

$\bar{Q}=1-\bar{P}=1-0.003=0.997$

$$则N=\frac{[1.96\sqrt{2\times0.003\times0.997}+1.28\sqrt{0.002(1-0.002)+0.004(1-0.004)}]^2}{(0.002-0.004)^2}$$

$=15\,697$

即暴露组与非暴露组各须随访15 697人。

随访 某因素暴露后结果的随访指标可以用发病率或死亡率。指标不同,追踪方法不同,可以从两方面获得这些资料。

(1) 从常规登记中收集结果:如出生死亡登记、医院死亡证明、传染病报告等。

(2) 定期对调查对象作健康检查:如定期检查血压、血液胆固醇值,以及吸烟习惯的改变等。

在定群调查中,随访时间往往较长,如研究肿瘤可能需20—30年,故调查对象的迁移、不合作或死亡,均可造成失访,从而使结果产生偏倚。因此,在随访中应答率至少为85%。

统计分析

计算疾病发生或死亡频率 (1) 发病率或死亡率:有两种计算情况。如暴露人群固定,在随访期间无变化,则用固定暴露人群数作分母计算发病率,称为累积发病率。但如果暴露人群不固定,即由于失访或死亡使暴露人群数不断发生变化,这时需计算暴露人时(person-time)发病率或死亡率。时间可用日、周、月和年为单位,以年常用。此种发病率称发病密度。

(2) 暴露人年:是观察人数和年数的乘积,用作计算发病率或死亡率的分母。10个人经过10年的观察,其暴露人年为10×10=100;100人暴露1年或200人暴露半年,其暴露人年为100。可运用寿命表法或利用计算机程序,计算暴露人时。

测量联系强度 (1) 相对危险度(RR)(见"相对危险度与比数比"条)。

例如测量吸烟致肺癌的危险性,定群调查结果如表2。

表2 吸烟与肺癌发生的关系

	肺癌患者	未患肺癌	合 计
吸烟(暴露组)	63(a)	99 937(c)	100 000
不吸烟(非暴露组)	7(b)	99 993(d)	100 000

计算相对危险度(RR):

$$RR=\frac{\frac{a}{a+c}}{\frac{b}{b+d}}=\frac{\frac{63}{10^5}}{\frac{7}{10^5}}=9$$

吸烟引起肺癌的危险性为不吸烟者9倍。

(2) 率差(RD):以上例说明如下:

$$RD=\frac{a}{a+c}-\frac{b}{b+d}=\frac{63}{10^5}-\frac{7}{10^5}=\frac{56}{10^5}$$

即表明由于吸烟所致的肺癌超额发生率为0.56‰。

(3) 归因危险度(AR):详见"归因危险度"条。

以上例资料计算AR,假设人群吸烟者为40%。

$$AR=\frac{P(RR-1)}{P(RR-1)+1}=\frac{0.4(9-1)}{0.4(9-1)+1}$$

$$=\frac{3.2}{4.2}=76.2\%$$

即一般人群中76%的肺癌病例发生归因于吸烟。式中P为人群中暴露某因素的比例。

定群调查的优缺点 定群调查的优点主要是:①能直接估计暴露因素与发病的联系程度,所得的联系比较确实可靠。②暴露因素的作用可分等级,便于计算剂量—反应关系。

定群调查的缺点是:①研究罕见病时,样本需很大,因而不易收集完整可靠的资料。②每次只列一个或一组因素。投入的力量大,花费时间长。有多种病因之病,往往不适用此方法。

偏倚

在流行病学调查的任何阶段,任何使得从调查人群(样本)所获得的结果系统地偏离真实值,即不能反映整个人群(总体)的真实情况就是偏倚(bias)。偏倚是由调查者有意或无意造成的系统误差。偏倚可发生在调查的设计阶段(设计偏倚或选择偏倚)和实施阶段(观察偏倚或信息偏倚)。

设计偏倚 调查设计有错误,使所得结果同真实情况有差异。例如,①调查中未设对照组。②虽有对照,但观察的人群不明确或不恰当。③非同步比较,即对照与调查人群时间上的不相配比。

选择偏倚 指被选择的调查对象,在特征上与没有被选入者之间有很大差异。例如,在诊断疾病过程中,诊断标准不明确,或不够详细、或诊断过严过松、或用不同

的标准去确定调查组和对照组的患病情况，均可造成偏倚。这种偏倚称为诊断偏倚或确定偏倚。调查中仅选择医院病例，由于医院收治病人有不同选择，病人到医院治疗亦有选择，且不同病种有不同入院条件，入院率不同均可使调查的病例或对照不能代表整个人群。这种偏倚常又称为就诊偏倚或Berkson偏倚。调查中选用志愿者，也会造成偏倚，称为应答偏倚。另外，当选择工厂工人作为某职业毒害的受暴露者以观察某疾病同暴露因素间的关系时，那么很可能这些工人都是些遗留下来的不易患该病的一特殊人群，而对暴露因素敏感的那些工人可能都已转出而失访了，这种偏倚称为健康工人效应。

观察偏倚 于调查实施阶段对暴露条件或疾病情况进行调查和收集信息过程中发生的系统误差，称为观察偏倚或称信息偏倚，包括以下各种。

回忆偏倚 这是在对以前发生的事件或经历进行回忆时，由于回忆的准确性和完整性上的差异所产生的系统误差。例如，孩子曾患白血病或孩子死于白血病的母亲，在回忆孩子出生前暴露于X线诊断的病史方面，比孩子健在的母亲详细清楚。

调查者偏倚 有时调查者带主观偏见，使调查结果带偏性。有时不同调查者如事先不经严格培训，可使观察结果不一致；同一调查者在不同条件下观察同一样本，也可得到不同的结果。

报告偏倚 有时调查对象不愿提供某些带敏感性问题的真实答案，如性生活或学生吸烟情况等。

归类错误偏倚 将一个调查对象，一个数值或一个特征错误地分到不是它所属的类别中。如将非暴露者归入暴露组，或暴露者归入非暴露组。

测量偏倚 例如仪器本身不精确，试剂不符合规格，试验条件不稳定，体格检查不细致，均可使结果偏离。

偏倚可以掩盖真实存在的因果联系或夸大虚假的联系，两者都可使结论归于无效。例如，在病例一对照调查中，由于患者的回忆错误或调查者主观倾向，或其他原因而发生归类错误偏倚，调查结果可使 OR（比数比）低于或高于真实的 OR。表 1 为某一危险因素的真实暴露状况。

表 1 真实的暴露状况

	病例组	对照组	合计
暴 露	60	30	90
未暴露	40	70	10
合 计	100	100	100

暴露率：病例组为 60/100 = 0.6；对照组为 30/100=0.30，真实$OR=\frac{60\times70}{40\times30}=3.5$

若病例组的敏感度=0.9，特异度=0.7；对照组的敏感度=0.6，特异度=0.9。这里的敏感度是指正确查出病例组或对照组中具有暴露史者占真有暴露史人数的比例；特异度是指正确查出病例组或对照组中无暴露史者占真无暴露史人数的比例。表 2 为错误归类（即对照组的敏感度和特异度与病例组不同）所致偏倚后观察到的暴露状况。错误归类后的$OR=\frac{66\times75}{25\times34}=5.8$，大于真实的 OR(3.5)。

表 2 错误归类所致偏倚后观察到的暴露状况

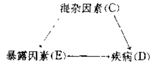
		实际暴露状况					
		病例组			对照组		
		暴露	未暴露	计	暴露	未暴露	计
错误归类后的暴露状况	暴露	54	12	66	18	7	25
	未暴露	6	28	34	12	63	75
合 计		60	40	100	30	70	100

偏倚的影响无法校正，但可以预防，关键在于调查的设计阶段。

混杂与交互

当研究暴露因素与疾病发生的联系时，有些因素可以参杂其间，全部或部分地夸大或掩盖了暴露因素与疾病之间的真实联系，这种情况称为混杂(confounding)，而这些参杂的因素称为混杂因素(confounder)。交互是指两个或两个以上因素相互作用而影响疾病的发生。混杂和交互常难于区分。

混杂 混杂因素是一种与暴露因素和疾病都有关系的因素，对于疾病可能是一种危险因素，但不同于所调查的暴露因素。它们之间的关系图示如下：



混杂因素与暴露因素及疾病的关系

例如在研究吸烟(E)与肺癌(D)的关系中，年龄是混杂因素(C)。年龄与吸烟有联系，年龄大的吸烟者多，亦可能使肺癌发生的危险性增加。因此，如果不注意年龄，则年龄因素会歪曲吸烟对肺癌的影响。

与偏倚一样，混杂因素可从各方面影响调查结果；但与偏倚不同的是，混杂因素是调查中固有的，非由调查者所造成。因此，发现、识别和控制混杂因素非常重要。

判断混杂因素，最简单的方法是将调查资料按可疑的混杂因素分层，分析暴露因素与疾病间的危险度。当粗的相对危险度(CRR)同分层后经标化后的相对危险度

(aRR)有不同时，即可怀疑可能有混杂的存在；aRR＜CRR者，为正混杂，aRR＞CRR者，为负混杂。正混杂是指混杂因素存在，使疾病的发病率或死亡率增加，即夸大了暴露因素与疾病之间的联系。负混杂是指混杂因素存在，掩盖或缩小了暴露因素与疾病之间的联系，使疾病的发病率或死亡率降低，混杂因素对疾病起保护作用。

控制混杂因素的方法，在调查设计阶段主要是用配对方法，即使调查组群与对照组群具有可比性。在资料分析阶段主要用：①标准化。②分层。③多变量分析。

分层方法的步骤大致如下：

(1) 分层：如怀疑年龄为可能的混杂因素，就对年龄进行分层，使每个年龄组内年龄这一变量被暂时固定起来。

(2) 计算分层后的总的相对危险度(RR)或比数比(OR)：一般用MH(Mantel Haenszel)法或logit法。

(3) 对总RR或OR作χ^2检验：以判定RR或OR是否有统计学意义，其涵义见表1。

(4) 如χ^2检验有显著性意义：然后作一致性检验，如一致性检验χ^2值大，超过统计学显著水平，则说明各层的RR或OR大小不一；相差较大，即表明可能有交互作用。

(5) 如有交互作用，可作趋势分析，以究明其有无规律性的剂量—反应关系。

表1 通过分层分析判断混杂的存在

校正(分层)前	校正后	说　明
RR或OR值大，且有显著意义	RR或OR值减小，且无意义	原调查结论虚假，混杂是正混杂
RR或OR值大，有显著意义	RR或OR值减小，有显著意义	原调查结论有正混杂而被夸大，但不是虚假的
RR或OR值近于1，无意义	RR或OR值增大，有显著意义	原调查结论因负混杂而被掩盖
RR或OR值较小，但有意义	RR或OR值增大，有显著意义	原调查结论因负混杂而被缩小

交互 交互作用或修饰作用不是偏倚，也不歪曲暴露因素与疾病间的真实联系。这种作用可以减小(拮抗作用)或加大(协同作用)各因素单独存在时的作用。拮抗作用对疾病发生起预防或抑制作用；而协同作用则起促进作用，其作用可能是相加、相乘或增效。交互作用可以具有生物学涵义，亦可以表现为线性回归模型中的相乘交互项，称为统计学涵义。上述两种涵义可以一致，亦可以相违。交互作用不需纠正，只需识别和说明，调查结果仍有效。

(1) 识别交互作用的方法：除用分层分析以外，亦可用多变量分析方法。现用两因素两水平的例子来阐明交互作用的相加和相乘模型。

表2 交互作用的相加和相乘模型资料整理

		A因素	
		－	＋
B因素	－	$R(\bar{A}\bar{B})$	$R(A\bar{B})$
	＋	$R(\bar{A}B)$	$R(AB)$

(A、$\bar{A}$分别表示是否暴露于A因素，B、$\bar{B}$也如此)

A和B分别为两个与疾病有关的因素；R为危险度，一般在定群调查中以发病率或死亡率来表示，在病例对照调查中以相对危险度表示。

判断相加模型的公式：

$$R_{AB}-R_{\bar{A}\bar{B}} \doteq [R(_{A\bar{B}})-R(_{\bar{A}\bar{B}})]+[R(_{\bar{A}B})-R(_{\bar{A}\bar{B}})]$$

若两侧相似，两因素为相加作用。

判断相乘模型的公式：

$$R_{(AB)}/R_{(\bar{A}\bar{B})} \doteq [R_{(A\bar{B})}/R_{(\bar{A}\bar{B})}][R_{(\bar{A}B)}/R_{(\bar{A}\bar{B})}]$$

若两侧接近，两因素为相乘作用。

例1 在石棉绝缘器材厂，每年发生肺癌的基数为20/10万，而吸烟者为100/10万，接触石棉者为40/10万，既吸烟又接触石棉者为130/10万。资料整理见表3。试判断石棉接触和吸烟对肺癌发生的交互作用。

表3 分析石棉和吸烟对肺癌发生的交互作用

		接触石棉(A因素)	
		－	＋
吸烟(B因素)	－	20	40
	＋	100	130

用相加模型公式判断：

130－20≐[40－20]＋[100－20]

110≐100

两者接近相等，表明吸烟和石棉对肺癌的作用是相加作用。

例2 在石棉矿中，每年发生肺癌基数是11.3/10万，接触石棉者为58.4/10万，吸烟者为122.6/10万，既接触石棉又吸烟者为601.6/10万。资料整理见表4。试判断吸烟与石棉对肺癌发生的交互作用。

表4 分析石棉与吸烟对肺癌发生的交互作用

		接触石棉(A因素)	
		－	＋
吸烟(B因素)	－	11.3	58.4
	＋	122.6	601.6

用相乘模型公式判断：

601.6/11.3≐(58.4/11.3)(122.6/11.3)

53.24≐56.07

两者接近，吸烟与石棉对肺癌的作用为相乘作用。

在不同条件下，两因素可以是相加作用，亦可能是相乘作用(如上述两例子)。用不同模型分析交互作用时，亦

可有不同结果，如在一种模型中有交互作用，而用另一模型判断则没有。因此，评价交互作用应说明在什么条件下和以哪种模型为基础，否则失去交互作用的意义。

（2）判断交互作用的指标：交互作用以及其大小可用统计学上一些指标判断，例如协同指数(S)：

$$S=\frac{R_{(AB)}-R_{(\bar{A}\bar{B})}}{[R_{(A\bar{B})}-R_{(\bar{A}\bar{B})}]+[R_{(\bar{A}B)}-R_{(\bar{A}\bar{B})}]}$$

当$S \neq 1$时，有交互作用存在

$S>1$时，交互作用为协同作用

$S<1$时，交互作用为拮抗作用

表 3 的协同指数$S=\frac{130-20}{[40-20]+[100-20]}=1.1$

表 4 的协同指数

$$S=\frac{601.6-11.3}{[58.4-11.3]+[122.6-11.3]}=3.73$$

以上两例均有协同交互作用。

分组研究可平衡混杂因素，弄清交互影响。但分组一多，每一格的数字就会太小以至等于零。例如 100 个 59 岁分男、女两性别；分黄、黑、白种族；分目前、过去和从不吸烟，分高、中和低社会阶层。这样就有 2×3×3×3=54 个亚组。最多每格 2 至 3 人，有时成为空格。因此有些时候分层是很难办到的，只有靠多变量分析方法。

普查

普查(mass screening)是指对调查范围内的全部对象进行的现况调查。通过普查可以了解疾病或某些生理状况在不同特征(如年龄、性别、职业、籍贯)、不同情况(如吸烟、饮酒、以往病史、家族史、饮食情况等)的人群组中的分布情况。例如，糖尿病的调查可选择一定的区域和人群，全面地收集尿和血的标本化验糖量。血压的调查可选一定的区域或人群，用标准方法逐个地量记血压，然后按对象的特征分组分析比较。血清学调查可全面采取一定的区域或人群的血液，检验抗体或其他项目，并可将剩余血清低温长期保存，以便以后于适当时再取出来与当时的血清作比较。

普查的目的有多种：①早期发现和治疗疾病，例如子宫颈癌普查。②了解疫情，如血吸虫病、疟疾、丝虫病、钩虫病、结核病、冠心病、高血压等的普查。③了解健康水平，如检查儿童发育、营养等。④建立生理标准，如检查周围血中血红蛋白量和红细胞、白细胞数等。通过普查可以了解该范围内总体某一特定时期或时点的患病率或生理状况。

普查时，必须明确规定普查地区的范围和调查人群，按年龄和性别分组，掌握人口数字。先通过小范围试点调查，并估计漏查率。

有时，数种普查可以合并进行。例如结核病、疟疾和麻风可合并普查；龋齿与营养状况可合并普查；同一份血清可以检查脊髓灰质炎病毒抗体和某些肠道病毒抗体；同一份血标本可以检查疟原虫和微丝蚴。

普查时往往借助于筛检(见“筛检”条)，先找出可疑病例，然后再予以确诊，以计算患病率。

评价普查的结果，必须注意以下两个问题：

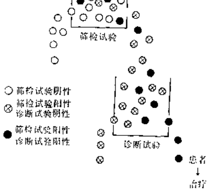
（1）在以前曾普查过的地区，如连续普查二次，第一次普查发现的病例数往往远高于第二次所发现的。因为第一次普查所发现的是以前总积累的病例，而第二次普查所发现的仅是第一次普查后发现的病例。

（2）有的需与季节或流行发生的时间联系起来。例如春季普查所得的流行性脑脊髓膜炎带菌率较别的季节为高，因为春季是流行性脑脊髓膜炎的流行季节。人群血液中的流行性乙型脑炎抗体阳性率及抗体滴度水平，在流行季节后往往显著高于流行季节前。白喉流行之后普查所得的带菌率较无流行时为高。故在普查报告中必须交代清楚普查的时间及可能存在的影响。

普查的缺点是对象众多，难免遗漏；必要的仪器设备，特别是精密的，往往不能普遍供应；检查的细致程度和诊断的准确性往往不十分高。对病程较短的病不宜用普查来了解患病率。

筛检

筛检(screening)又称筛选，属于现况调查。筛检是用快速的试验、检查或其他方法，将表面健康的人区分为可能患病者(试验阳性)和可能无病者(试验阴性)，对未被识别的疾病的发现提出推断的依据。筛检试验不具有诊断意义。筛检阳性者必须经医师进一步诊断和治疗(图)。



筛检试验与诊断试验示意图

筛检通常用于慢性病，一般由提供医疗保健者提出，对表面健康者主动进行检测。筛检的目的是：①早期发

现病人，以便早期治疗，防止疾病的严重发展。如筛检糖尿病例，以查尿糖为筛检试验，阳性者再进一步确诊以达到早期发现和治疗的目的。②早期发现某病的高危因素和高危人群。如筛选高血脂、高血压和吸烟的人群，并采取措施消除这些因素，以预防心血管疾病的发生及死亡；在孕妇中筛检乙型肝炎感染者，以对其子女进行被动或自动免疫，预防感染。③了解一定人群某病的患病率。

筛检的对象可以是整个目标人群，称整群筛检或普查。亦可以筛检群体中一个亚群或具有某特征的人群，如筛检20岁以上的高血压病例，称为选择性筛检。职业人群中职业病的早期检测，属于一种筛检计划(见"早期检测"条)。

筛检可以用一种试验，检验一种可疑疾病或情况。也可以同时用多种试验，检查多种可疑疾病或情况，这称为多项筛检。例如，同时进行胸透，检查血、尿等以早期发现可疑肺结核、肝癌或糖尿病等病。

制定大规模筛检计划时，必须慎重。筛检一般用于以下几种情况：

(1) 该病或该情况是当前重大的公共卫生问题。

(2) 对被筛检与诊断出来的病例应有可接受的治疗方法。

(3) 应对可疑的病例提供诊断和治疗措施。

(4) 对该病的自然史包括从潜伏期至临床期的过程应有足够的了解。

(5) 有可被人群所接受、且简便易行、能达到筛检目的的试验方法。

(6) 筛检的疾病应有可识别的潜伏期或早期症状。

(7) 要考虑整个筛检、诊断和治疗的成本与效益，以及当地的卫生事业开支。

评价筛检计划，主要包括以下几方面：

(1) 筛检试验的真实性，即试验结果与实际情况符合的程度。有两个评价真实性的指标：敏感度和特异度。此外，筛检试验收益可用预测值评价。试验阳性的预测值是指筛检阳性者中患病者的可能性；反之，则为非患病者的可能性。预测值也说明其诊断标准(见"敏感度和特异度"条)。

(2) 筛检试验的可靠性，或称精确性，即在相同条件下重复试验获得相同结果的稳定程度。影响可靠性的因素有：①个体本身的变异，如用同样方法多次测定一个人的血清胆固醇的含量，结果可能不同。②试验方法或仪器本身的变异。③观察变异，包括观察者内在的变异和不同观察者间的变异。因此，在开展筛检工作时，必须注意试验方法的可靠性、测量条件的标准以及培训试验人员等。

(3) 筛检试验的社会和经济效益。这可从几方面衡量：①被筛检出来的原先未被识别的病例数，一般说来，筛检试验的敏感度高，检出的病例多。但筛检对象中疾病的现患率对筛检结果有较大影响。当现患率较低，虽然筛检试验有较高的敏感度和特异度，由于能检测到的病例少，而且还会有假阳性人数，故收益较小。现患率较高的疾病，经过筛检，收益显著。②早期发现病例后能改善预后的作用，如筛检出来的病例治愈率或转阴率、预后的改善率提高，死亡率的下降，生存率的提高等。③成本效益分析，要考虑整个筛检、诊断和治疗的成本与所得效果的关系，以期用较低的成本获得较大的效益。效益不大的筛检不提倡

抽样调查

抽样调查(sampling survey)主要是指对总体的一部分个体进行的现况调查。与普查相比，抽样调查的优点是：①省时间。②省人力物力③调查范围小，易使调查工作做到精确细致。

为使抽样调查能以少窥多，以部分估计总体，样本必须要有相当大的代表性。要做到这一点，抽样的原则是：①确保总体中每一个成员均有同等被抽的机会。②样本数必须够大。③抽样要随机。④调查对象的分布必须均匀。

最常用的抽样方法有单纯随机抽样、系统抽样、分层随机抽样和整群抽样。

单纯随机抽样 用随机方法从一个总体中抽出一个含量为n的样本。其抽样方法是把总体中每个对象依数字顺序编号，然后用随机表或计算机提供的随机数字来抽样，直到所抽样本数达到要求为止。例如，要从500名学生中随机抽取100名调查服用驱虫药后排出蛔虫数，可在随机数表(附录四表1)中任意指定一个数字，向某一方向摘录数字以四个数字为一组，取500组，按次记在学生名单上，并按随机数大小将学生名单重新排列成序。可以头100个或末100个学生为抽取对象，或每5名学生随机抽一名，得100个学生样本。

单纯随机抽样要求事先把所有调查对象编号，因此当对象多时，甚为繁复。优点是计算误差比较方便(表1)。

表1 单纯随机抽样标准误计算公式

总体类别	均数标准误	率的标准误
无限总体	$s_{\bar{x}}=\frac{s}{\sqrt{n}}$	$s_p=\sqrt{\frac{pq}{n-1}}\doteq\sqrt{\frac{pq}{n}}$
有限总体	$s_{\bar{x}}=\frac{s}{\sqrt{n}}\sqrt{1-\frac{n}{N}}$	$s_p=\sqrt{\frac{pq}{n-1}}\cdot\sqrt{1-\frac{n}{N}}$ $\doteq\sqrt{\frac{pq}{n}}\cdot\sqrt{1-\frac{n}{N}}$

注：1. 表中s为样本标准差；p为样本率(阳性率)；q＝1－p，即样本的阴性率；N为总体数；n为样本数

2. 如果被抽样的总体含量为无穷大，称无限总体，反之称有限总体

系统抽样 对全部对象系统地每按一定比例抽取一个样本。例如某公社有5 000户，20 000人口，打算抽查1/5的对象，可采用系统抽样。按户口册，每5户抽一户，该户即为调查对象。在决定每5户中抽查哪一户，要用随机方法。

系统抽样的优点是方法简便，在一般情况下，抽样误差比单纯随机抽样小，但在某些特殊情况下可能有偏性。抽样误差计算往往以单纯随机抽样公式代替。

分层随机抽样 根据某种特征如年龄、性别、职业或社会经济状况等，把总体分成若干亚组（统计学上称为层），从每个亚组中用随机方法抽取一个样本。例如前例学生服用驱虫药调查，如果根据各年级分别随机抽样，即为一种分层随机抽样。这种抽样方法要求层内个体差异越小越好，反之则失去其优越性。

分层随机抽样可分为比例分层随机抽样和最优分配分层随机抽样。如果在各层内抽样的比例相同，如每个年级都抽查10%的学生，就称之为比例分层随机抽样。如果每层内抽查的个体数为

$$n_i = n \cdot \frac{N_i s_i}{\sum N_i s_i}$$

或

$$n_i = n \cdot \frac{N_i\sqrt{p_i q_i}}{\sum N_i\sqrt{p_i q_i}}$$

此时所获样本均数或样本率方差最小，这种抽样方法称为最优分配分层随机抽样。式中n为样本中所含个数总数；n_i为第i层抽查的个体数；N_i为第i层总体中个体总数；s_i为第i层标准差；p_i为第i层阳性率；$q_i = 1 - p_i$。

例如，在12万人口的居民区中调查某病患病率。居民按职业分成甲、乙、丙、丁四个层次，现要抽取一个1 000人的样本，若以3年前各层患病率作参考，作最优分配分层随机抽样时，各层应查人数n_i的计算方法见表2。

表2 最优分配分层随机抽样各层内应查人数(n_i)计算方法

职业	人口数 N_i	3年前患病率 p_i	q_i	$\sqrt{p_i q_i}$	$N_i\sqrt{p_i q_i}$	$\frac{N_i\sqrt{p_i q_i}}{\sum N_i\sqrt{p_i q_i}}$	$n_i = n \cdot \frac{N_i\sqrt{p_i q_i}}{\sum N_i\sqrt{p_i q_i}}$
甲	35 000	0.04	0.96	0.196	6 860	0.163	163
乙	25 000	0.40	0.60	0.49	12 250	0.291	291
丙	50 000	0.20	0.80	0.40	20 000	0.475	475
丁	10 000	0.10	0.90	0.30	3 000	0.071	71
合计	120 000	0.187			42 110	1.000	1 000=n

分层随机抽样的优点是抽样误差比较小。如按比例分层随机抽样，须了解总体中每层的个体数；如果是最优分配分层随机抽样，还必须对标准差（s_i或$\sqrt{p_i q_i}$）有所了解，这往往根据前人资料或先作部分试查而作出的估计。

抽样误差的计算公式见表3和表4。

表3 分层随机抽样的标准误计算公式

	均数的标准误	率的标准误
无限总体	$s_{\bar{x}} = \sqrt{\sum\left[\left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \frac{(s_i)^2}{n_i}\right]}$	$s_p = \sqrt{\sum\left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \frac{p_i q_i}{n_i}}$
有限总体	$s_{\bar{x}} = \sqrt{\sum\left[\left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \cdot \frac{(s_i)^2}{n_i}\left(1 - \frac{n_i}{N_i}\right)\right]}$	$s_p = \sqrt{\sum\left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \frac{p_i q_i}{n_i}\left(1 - \frac{n_i}{N_i}\right)}$

表4 按比例分层随机抽样的标准误计算公式

	均数的标准误	率的标准误
无限总体	$s_{\bar{x}} = \sqrt{\sum\left[\frac{s_i^2 \cdot N_i}{N \cdot n}\right]}$	$s_p = \sqrt{\frac{\sum p_i q_i N_i}{N} \cdot \frac{1}{n}}$
有限总体	$s_{\bar{x}} = \sqrt{\sum\left[\frac{s_i^2 \cdot N_i}{N \cdot n}\right]\left(1 - \frac{n}{N}\right)}$	$s_p = \sqrt{\frac{\sum p_i q_i N_i}{N} \cdot \frac{1}{n}\left(1 - \frac{n}{N}\right)}$

整群抽样 以人群为单位（不是以个体为单位）进行抽样。如抽取一个城市街区或一个家庭的全部成员为调查对象。整群抽样要求各“群”内的变异和总体相近，使抽到的“群”能充分代表总体；而各群之间的变异越小越好。在大规模调查中，整群抽样易于组织，可节省人力物力，但抽样误差较大。

抽样误差的计算公式见表5和表6。

整群抽样有两种情况。例如作计划生育调查时，抽查

城市里几个居委会的全体居民，这叫单纯整群抽样。如果不是检查被抽到的居委会的全体成员，而在其中再随机抽查一部分个体，这称为两阶段抽样。在这里，居委会为初级抽样单位，每一个体为基本单位。

在两阶段抽样时如果总体里共有K个群，抽取了k群，每群均含M个个体，然后又从各群中分别抽查了m个个体，那么标准误的计算公式如表7。

表5　单纯整群抽样标准误(群内个体数相等)计算公式

	均数标准误	率的标准误
无限总体	$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\sum(\bar{x}_i-\bar{x})^2}{k(k-1)}}$	$s_p=\sqrt{\frac{\sum(p_i-p)^2}{k(k-1)}}$
有限总体	$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\sum(\bar{x}_i-\bar{x})^2}{k(k-1)}\left(1-\frac{k}{K}\right)}$	$s_p=\sqrt{\frac{\sum(p_i-p)^2}{k(k-1)}\left(1-\frac{k}{K}\right)}$

表6　单纯整群抽样标准误(群内个体数m不等)计算公式

	均数标准误	率的标准误
无限总体	$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\sum m_i^2(\bar{x}_i-\bar{x})^2}{\bar{m}^2k(k-1)}}$	$s_p=\sqrt{\frac{\sum m_i^2(p_i-p)^2}{\bar{m}^2k(k-1)}}$
有限总体	$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\sum m_i^2(\bar{x}_i-\bar{x})^2}{\bar{m}^2k(k-1)}\left(1-\frac{k}{K}\right)}$	$s_p=\sqrt{\frac{\sum m_i^2(p_i-p)^2}{\bar{m}^2k(k-1)}\left(1-\frac{k}{K}\right)}$

m_i为第i群内个体数，$\bar{m}=\frac{\sum m_i}{k}$

表7　两阶段抽样标准误计算公式

	均数标准误	率的标准误
公式	$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{1-f_1}{k}s_1^2+\frac{f_1(1-f_2)}{mk}s_2^2}$	$s_p=\sqrt{\frac{1-f_1}{k(k-1)}\sum(p_i-p)^2+\frac{f_1(1-f_2)}{k^2(m-1)}\sum p_iq_i}$
说明	$s_1^2=\frac{\sum(\bar{x}_i-\bar{x})^2}{k-1}$	$s_1^2=\frac{\sum(p_i-p)^2}{k-1}$ 已代入上式
	$s_2^2=\sum\sum\frac{(x_{ij}-\bar{x}_i)^2}{k(m-1)}$	$s_2^2=\frac{m}{k(m-1)}\sum p_iq_i$ 已代入上式
	$f_1=\frac{k}{K}$	$f_1=\frac{k}{K}$
	$f_2=\frac{m}{M}$	$f_2=\frac{m}{M}$

例如，假设某地居民以10户为一组，随机抽查40组，各组有过冬蚊子户数如下，试计算其抽样误差。

2 5 1 1 1 7 0 0 3 2 3 0 0 0 7 0 4 1 2 6

0 0 1 4 5 0 1 4 2 6 0 2 4 1 7 3 5 0 3 6

这是单纯整群随机抽样，且群内个体数相等，每组都是10户，各组有蚊率p_i为0.2，0.5，0.1，0.1…0.6，这40组总的有蚊率$p=(2+5+1+1+\cdots+6)/(40\times10)=\frac{99}{400}=0.2475$，代入公式

$$s_p=\sqrt{\frac{\sum(p_i-p)^2}{k(k-1)}}$$

$$=\sqrt{[(0.2-0.2475)^2+(0.5-0.2475)^2+\cdots+(0.6-0.2475)^2]\frac{1}{40(40-1)}}$$

$$=\sqrt{\frac{2.12}{1560}}=0.037$$

如果该地居民总共仅400组，则应看作在有限总体里抽样，$K=400$，$k=40$，则

$$s_p=0.037\sqrt{1-\frac{40}{400}}=0.037\times0.949=0.035$$

假定我们不管分组，而从4000户中随机抽查400户(即作单纯随机抽样)，且有蚊率仍为0.2475，则

$$s_p=\sqrt{\frac{pq}{n}}=\sqrt{\frac{0.2475\times0.7525}{400}}=0.0216$$

一般情况下，整群抽样比单纯随机抽样误差要大。

在抽样调查中，需要多大样本才合适，这是经常要遇到的问题。样本太小，难以获得正确的调查结果；样本太大，浪费人力物力。决定样本大小的因素：①预期现患率高，样本可小。②对调查结果精确性要求，即容许误差，容许误差小，样本要大。

当资料为不连续性时，样本大小可用下式计算：

$$N=\frac{PQ}{(SE)^2}$$

式中N为样本数，P为预期现患率或感染率，Q＝1－P，SE为标准误（或为d/t）。

当容许误差，即样本的现患率p与总体现患率P之间差异d规定为0.1 P，95%可信限水平t＝2时，样本大小计算可用下列简便公式：

$$N=400\times\frac{Q}{P}$$

若容许误差d＝0.15 P，则

$$N=178\times\frac{Q}{P}$$

同理，d＝0.2 P，则

$$N=100\times\frac{Q}{P}$$

设某单位有一万多职工，现需估计全体职工携带乙型肝炎表面抗原（HBsAg）情况，该地区HBsAg携带率约10%，现采用抽样调查，分别要求容许误差为0.2 P、0.15 P和0.1 P，则计算需抽样调查人数如下：

（1） d＝0.2 P，P＝0.1，Q＝0.9

$$N=100\times\frac{0.9}{0.1}=900\text{ 人}$$

（2） d＝0.15 P

$$N=178\times\frac{0.9}{0.1}=1\,602\text{ 人}$$

（3） d＝0.1 P

$$N=400\times\frac{0.9}{0.1}=3\,600\text{ 人}$$

以上可见不同容许误差，调查人数有很大差别（表8）。

表8 不同估计阳性率与容许误差时的样本大小

预期阳性率	容许误差		
	0.1 P	0.15 P	0.2 P
0.05	7 600	3 382	1 900
0.075	4 933	2 193	1 328
0.10	3 600	1 602	900
0.15	2 264	1 009	566
0.20	1 600	712	400
0.25	1 200	533	300
0.30	930	415	233
0.35	743	330	186
0.40	600	267	150

以上公式适合于呈二项分布性质的资料，阳性率不太小或不太大时应用。

当资料为连续性时，可用下列公式计算样本数（N）：

$$2\,N=\frac{4(Z_\alpha+Z_\beta)^2\sigma^2}{\delta^2}$$

式中Z_α和Z_β分别为α与β时正态分布分位数（可从“病例—对照调查”条中表2“正态分布的分位数表”查得）；σ为标准差；δ为容许误差。

例如在某项调查中，要检出某指标干预组比对照组差10 ml/L，已知从其他材料中获悉该指标测定结果方差为$(50\text{ mg/L})^2$，当精确性为0.05（$Z_\alpha=1.96$），把握度为0.90（$Z_\beta=1.28$），要估计干预组的某指标，需要调查的人数为

$$2\,N=\frac{4(1.96+1.28)^2\times 50^2}{10^2}=1\,050\text{ 人}$$

即需要调查1 050人。

敏感度和特异度

在筛检试验中，受检的有病人中通过筛检试验定为病人所占的百分比称敏感度（sensitivity），亦称真阳性率，它是测定筛检方法本身能正确诊断病例的概率。受检的非病人中通过筛检试验定为非病人所占的百分比称特异度（specificity），亦称真阴性率，它是测定筛检方法本身能将健康人正确定为非病人的概率。其相互间关系见表1。

表1 筛检试验结果

筛检结果	真实状态		合　计
	有病	无病	
阳　性	A	B	A＋B
阴　性	C	D	C＋D
合　计	A＋C	B＋D	A＋B＋C＋D

表1中A为筛检阳性的病人（真阳性），B为筛检阳性的非病人（假阳性），C为筛检阴性的病人（假阴性），D为筛检阴性的非病人（真阴性）。则

$$\text{敏感度}=\frac{A}{A+C}$$

$$\text{特异度}=\frac{D}{B+D}$$

$$\text{阳性筛检结果预测值（阳性预测值）}=\frac{A}{A+B}$$

$$\text{阴性筛检结果预测值（阴性预测值）}=\frac{D}{C+D}$$

在决定一种试验的阳性标准时，通常用同一试验方法分别对一组已知有病和另一组无病的人进行检查，然后比较敏感度和特异度的结果，来确定这两个指标。

如以70个糖尿病病人及510个正常人口服葡萄糖2 h后的血糖试验为例。以≥6.2 mmol/L（≥110 mg/dl）血糖为阳性标准，结果见表2。

表2 糖尿病的筛检试验结果

筛检试验（血糖检验）	糖尿病人数（%）	非糖尿病人数（%）	合计
阳 性	65(92.9)（真阳性）	263(51.6)（假阳性）	328
阴 性	5(7.1)（假阴性）	247(48.4)（真阴性）	252
合 计	70	510	580

$$敏感度(真阳性率)=\frac{65}{70}\times 100\% -92.9\%$$

$$特异度(真阴性率)=\frac{247}{510}\times 100\% -48.4\%$$

$$假阳性率=\frac{263}{510}\times 100\% =51.6\%$$

$$假阴性率=\frac{5}{70}\times 100\% =7.1\%$$

表3 诊断糖尿病时，敏感度与特异度之间的关系

阳性标准血糖 mmol/L(mg/dl)	敏感度（检出病人%）	特异度（检出非病人%）
4.4(80)	100.0	1.2
5.0(90)	98.0	7.3
5.6(100)	97.1	25.3
6.2(110)	92.9	48.4
6.7(120)	88.6	68.2
7.3(130)	81.4	82.4
7.8(140)	74.3	91.2
8.4(150)	64.3	96.1
8.8(160)	55.7	98.6
9.5(170)	52.9	99.6
10.0(180)	50.0	99.8
10.6(190)	44.3	99.8
11.2(200)	37.1	100.0

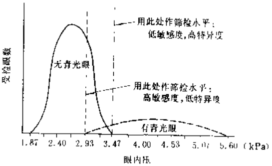


图1 青光眼病人和正常人眼内压分布模式

以不同的血糖水平作为阳性标准，对检出糖尿病患者有不同的敏感度与特异度。

从表3可以看出随着敏感度的上升，特异度下降；敏感度下降，特异度上升。对筛检试验来说，要求它的真实性高，就应考虑如何恰当地定出筛检试验的阳性分界点。

图1说明以眼内压诊断青光眼，如何确定阳性标准。

欲查出所有青光眼病人（即要求敏感度为100%），则分界点应定为2.93 kPa(22 mmHg)。但许多正常人眼内压在2.93 kPa以上，故以2.93 kPa为分界点，将会混入相当数量的正常人。假如要求排除所有正常人，眼内压的分界点应定在3.5 kPa(26 mmHg)，此时特异度为100%，但敏感度降低，会丢失一部分青光眼病例。所以，在实践中，一般采用折衷的方案，把分界点定在3.2 kPa (24 mmHg)，假阳性和假阴性都有一点，但数量不大。理想的试验应具有高敏感度和高特异度，从临床需要出发，权衡利弊得失，来确定分界点的高低。若所研究的疾病病死率高，漏诊将带来严重后果，或早期检出可以明显改善预后，如肿瘤、结核、梅毒等病，则应降低分界点，提高敏感度，试验的敏感度高时，可发现所有的病人。此外，还有利于发现罕见疾病的病例。为了发现某些常见病，治疗又不能明显改变其结局时，需提高特异度。当假阳性可导致病人身心或经济上的损失时，高特异度尤为必要。

敏感度和特异度是两个独立的测定指标。两者高低的选择，要根据不同需要。当特异度和敏感度同等重要时，可将两者相加构成Youden指数(J)：

$$J=特异度+敏感度-1$$

J的范围从0(特异度=0.50，敏感度=0.50)到1(敏感度=1.00，特异度=1.00)。

敏感度与特异度是相互制约的，图2筛检试验A、B、C，显示敏感度与特异度之间关系的三种情况。纵轴为真阳性率(敏感度)，横轴为假阳性率(1－特异度)。试验A为无效试验，据此试验病者与非病者检测结果完全相同，真阳性率（敏感度）与假阳性率（1－特异度）相等呈直线关系，无法判别病者与非病者。试验B为最完美试验，它可将病者与非病者完全区分开，病者与非病者的检测值以"C"点（截点）为界，真阳性率不受假阳性率的制约，如图中所示，为平行于横轴的直线，永远为100%。试验A、B，显示两个极端的模式。在实际工作中多为如试验C所示的典型模式。病者与非病者的测试结果相重叠。因此，必须权衡敏感度与特异度的得失，人为地确定分界点。图中真阳性率与假阳性率呈指数曲线关系，显示真阳性率的提高是以高比例的假阳性为代价的。

表示真阳性率与假阳性率之间关系的曲线称为接受工作特征曲线(ROC)，可用于评价筛检试验。

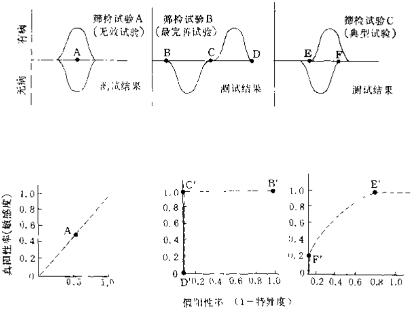


图2 对有病和无病对象筛检结果用接收工作特征曲线表示

相对危险度与比数比

相对危险度(relative risk, RR)和比数比(odds ratio, OR)是衡量某危险因素与疾病联系程度的重要指标。

当进行定群调查时,调查的人群可分为暴露组和非暴露组(表1)。暴露组的发病率为A/(A+B),非暴露组的发病率为C/(C+D),两组发病的危险性之比值即为相对危险度(RR):

$$RR=\frac{A/(A+B)}{C/(C+D)}$$

其意义为暴露于某因素的人发生疾病的概率为非暴露者的几倍。

表1 以人群为基础,危险因素与疾病的关系(定群调查)

危险因素		发病情况 +	发病情况 −	合计
暴露	+	A	B	A+B
	−	C	D	C+D
合计		A+C	B+D	N

在病例—对照调查中,调查人群分为病例组和对照组(表2),不能直接计算发病率和相对危险度(RR)。因此,常用比数比(OR)来代替相对危险度(RR)。

表2 病例—对照调查,危险因素与疾病的关系

危险因素		病例	对照	合计
暴露	+	a	b	a+b
	−	c	d	c+d
合计		a+c	b+d	N

相对危险度(RR)理论上应为$RR=\frac{A/(A+B)}{C/(C+D)}$ 当用比数比(OR)代替相对危险度(RR)时,必须有两个前提:①该病在人群中的发病率很低。②调查的病例必须代表人群中所有病人,对照必须代表除病例以外的所有对象,即病例组和对照组暴露于危险因素的比例具有充足代表性。人群是指总体,即整个人群。

当调查的疾病是一种罕见病时,(A+B)中的A和(C+D)中的C均可忽略不计,从而得以下公式:

$$RR=\frac{A/(A+B)}{C/(C+D)}=\frac{A/B}{C/D}=\frac{AD}{BC}=OR$$

OR为相对危险度估计值,其同义词为交叉乘积之比。在定群调查中,OR的意义为暴露组中患者与非患者

比值(A/C)与非暴露组中患者与非患者比值(B/D)之比。

在病例—对照调查中,如果调查的疾病的发病率或死亡率不高时,则可以用比数比(OR)来估计相对危险度大小:

$$OR=\frac{ad}{bc}$$

其意义是病例组中某因素暴露人数与非暴露人数比值(a/c)与对照组中某因素暴露人数与非暴露人数比值(b/d)之比。

在病例—对照调查中,样本确实能代表人群,则关系式如下:

$$\frac{a}{A}\doteq\frac{c}{C}$$

如选择肺癌病例作为研究对象,不管是否吸烟,仅随机抽取一定比例

$$\frac{b}{B}\doteq\frac{d}{D}$$

如选择对照作为研究对象,不管是否吸烟,仅随机抽取一定比例:

$$\frac{A}{C}=\frac{a}{c}$$

$$\frac{B}{D}=\frac{b}{d}$$

$$RR=\frac{AD}{BC}=\frac{ad}{bc}=OR$$

由于a+c为所有病例的一个随机样本,而b+d为非病例的样本,$\frac{a/c}{b/d}$=ad/bc就是相对危险度(RR)的估计值。

同样原理亦可用于现况调查,调查病例和非病例的暴露情况(表3)。

表3 人群中现况调查危险因素与疾病关系

危险因素		病 例	非病例	合 计
暴露	+	A	B	A+B
	−	C	D	C+D
合 计		A+C	B+D	N

用比数比(OR)估计相对危险度(RR):

$$OR\approx\frac{AD}{BC}\approx\frac{ad}{bc}$$

相对危险度与比数比的关系 由表3可知A/(A+B)为暴露某危险因素者发病的危险性。而A/B为暴露某危险因素者中发病和不发病的比值。如A为1,B为99,暴露危险因素者的发病率为1/(1+99),而发病与不发病之比值为1/99。同理,未暴露危险因素者中发病与不发病之比值为C/D。暴露和未暴露危险因素时,此两个比值之比为OR(比数比)=(A/B)/(C/D)=AD/BC。如为合理的随机抽样,OR=ad/bc,亦就是a/c和b/d之比。虽然对罕见病,相对危险度与比数比非常接近或甚至完全相等,但人们比较习惯用相对危险度。

比数比有许多优点,尤其是用在研究以生存或以死亡为指标时。表4为两个社团调查的结果。如用相对危险度来表示两社团死亡情况,则(2/100)÷(1/100)=2;同样用比数比,则(2/98)÷(1/99)=2,结论为A社团死亡率比B社团高1倍。

表4 两社区死亡情况比较

社团	死亡数	存活数	合计
A	2	98	100
B	1	99	100
合计	3	197	200

如用生存指标代替死亡指标,相对危险度为(98/100)÷(99/100)≐1,比数比为(98/2)÷(99/1)=1/2。用相对危险度结果,死亡与生存指标无法对比,而用比数比则两者正好相反,亦就是说A社团死亡比B社团高1倍,生存仅其一半。从这里可见比数比在统计性质方面优于相对危险度。

比数比的可信限 用Woolf方法估计95%OR可信限,先求出lnOR的标准误:

$$SE_{(\ln\hat{OR})}=\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}+\frac{1}{d}\right)^{\frac{1}{2}}$$

lnOR的95%可信限为:

$$\ln\hat{OR}\pm1.96\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}+\frac{1}{d}\right)^{\frac{1}{2}}$$

估计99%可信限时,将1.96改成2.58即可。求出上式后,只要将$\ln OR_{U(上限)}$和$\ln OR_{L(下限)}$求出反对数,即$\exp(\ln OR_U)$和$\exp(\ln OR_L)$,得OR的两个95%可信限。OR上下限又可写为$\bar{R}$和$\underline{R}$。

当四格表中一个格子出现零而无法运算时,各格加1/2后就能运算。但如许多2×2表中,由于数字太小,且出现零,此时若一概加1/2则会影响计算的准确性。

计算比数比可信限的方法还有许多,如Gart报道的Cornfield方法,计算比较复杂,但较准确。Miettinon方法结合Mantel Haenszel或最大似然法求出χ_{M-H}:

$$\underline{R}=R^{(1-Z/\chi_{M-H})}$$

$$\bar{R}=R^2/\underline{R}=R^{(1+Z/\chi_{M-H})}$$

下面以表5资料,计算OR可信限。

表5 白内障与糖尿病的病例对照研究
(50—60岁)

糖尿病	白内障(病例)	骨折病人(对照)
+(有)	55	84
−(无)	552	1927

(摘自Hiller RA和Kahn HA)

用Woolf法计算OR 95%可信限：

$$OR=\frac{55(1927)}{84(552)}=2.29$$

$$\ln OR=0.8286$$

$$SE(\ln OR)=\left(\frac{1}{55}+\frac{1}{1927}+\frac{1}{84}+\frac{1}{552}\right)^{\frac{1}{2}}=0.1800$$

$$\ln OR\pm1.96\,SE(\ln OR)=0.8286\pm0.3528$$

95% lnOR可信限＝0.4758，1.1814

95%OR可信限$=e^{0.4758},e^{1.1814}=1.6,3.3$

用Cornfield法，亦为1.6和3.3。

用Miettinen法计算OR 95%可信限：

$$\underline{R}=R^{(1-1.96/4.702)}=1.62$$

$$\bar{R}=R^{(1+1.96/4.702)}=3.23$$

相对危险度的可信限　当相对危险度非常小时，观察的事件作为Poisson变量来处理。当相对危险度小于0.10时，可用以下方法处理：

$$RR=\frac{O_1/n_1}{O_2/n_2}=\left(\frac{O_1}{O_2}\right)\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

O_1为样本组1的观察事件数，O_2为样本组2的观察事件数，n_1为样本组1的观察人数或人年数，n_2为样本组2的观察人数或人年数。

可信限与总的观察事件数(O_1+O_2)和样本大小n_1和n_2有关。用二项分布原理：

$$P=\frac{O_1}{O_1+O_2}$$

$$V_{(p)}=\frac{P(1-P)}{O_1+O_2}$$

如资料足够大，则可用正态逼近$1.96[P(1-P)/n]^{\frac{1}{2}}$作为P的95%的信限。其下限和上限分别为：

$$P_L=P-1.96[P_L(1-P_L)/(O_1+O_2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$P_U=P+1.96\left[\frac{P_U(1-P_U)}{O_1+O_2}\right]^{\frac{1}{2}}$$

P_L和P_U可用解一元二次方程的公式$ax^2+bx+c=0$解得：

$$x=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

兹以表6资料，作实际计算如下。

表6　Framingham对35—44岁男性血清胆固醇与心肌梗死观察16年的结果

血清胆固醇(mmol/L)	心肌梗死		合计
	发生	未发生	
>6.5	10	125	135
≤6.5	21	449	470

$$P_L=\frac{10}{10+21}-1.96\sqrt{\frac{P_L(1-P_L)}{10+21}}$$

$$P_L-0.323=-1.96\sqrt{\frac{P_L(1-P_L)}{31}}$$

$$P_L^2-0.646P_L+0.104=3.842\frac{P_L(1-P_L)}{31}$$

$$34.842P_L^2-23.868P_L+3.224=0$$

$$a=34.842,\quad b=-23.868,\quad c=3.224$$

$$P_L=\frac{23.868\pm\sqrt{569.681-4(34.842)(3.224)}}{69.684}$$

$$P_L=\frac{34.839}{69.684}\text{或}\frac{12.897}{69.684}=0.500\text{或}0.185$$

从上述两个值，选择0.185为下限。

求P_U，方法同上，但P_U只有+1.96。

$$P_U=\frac{10}{10+21}+1.96\sqrt{\frac{P_U(1-P_U)}{10+21}}$$

$$P_U-0.323=1.96\sqrt{\frac{P_U(1-P_U)}{31}}$$

此公式与求P_L公式相同，所以上述的0.500就是上限。

$$RR=\frac{10/135}{21/470}=1.66$$

$$RR_L=\frac{P_L}{1-P_L}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)=\frac{0.185}{1-0.185}\left(\frac{470}{135}\right)=0.79$$

$$RR_U=\frac{P_U}{1-P_U}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)=\frac{0.500}{1-0.500}\left(\frac{470}{135}\right)=3.48$$

对罕见病，RR和OR的可信限非常接近。以上述资料用Woolf法计算：

$$OR=\frac{10(449)}{125(21)}=1.7105$$

$$\ln OR=0.5368$$

$$SE_{(\ln OR)}=\left(\frac{1}{10}+\frac{1}{125}+\frac{1}{21}+\frac{1}{449}\right)^{\frac{1}{2}}=0.395$$

$$1.96\,SE_{(\ln OR)}=0.7737$$

$$\ln OR\pm1.96\,SE_{(\ln OR)}=-2.419\text{和}1.3155$$

$$e^{-0.2419}\text{和}e^{1.3155}=0.79\text{和}3.73$$

OR 95%可信限与RR 95%可信限很接近。在调查中，若缩短时间即分隔成几个间期，RR和OR可信限的接近程度则可增加。

归因危险度

归因危险度(attributive risk, AR)是指人群受某因素影响而发生疾病的可能频率。它适用于人群调查，但如果回顾性调查病例和对照均来自总体的随机样本，对照组的暴露率具有一定代表性，也可应用。

$$\text{归因危险度样本估计值(AR)}=\frac{P(RR-1)}{1+P(RR-1)}$$

AR是指在人群中发生的总病例数中有多少比例是

由于暴露于某危险因素而发生的。因此又称人群归因危险度。它反映了某危险因素在社会中的重要性。这与相对危险度不同，后者则是反映某危险因素与疾病之间联系的强度(如果不受混杂因素影响)。

兹以在美国Framingham对35—44岁男性某些危险因素与冠心病关系随访16年的调查资料为例，说明相对危险度和归因危险度的区别(表1)。

表1 Framingham 35—44岁男性冠心病的相对危险度和归因危险度

危险因素	相对危险度 RR	暴露率 P	归因危险度 AR	备注
收缩压 23.9 kPa	2.8	0.02	0.03	暴露率低的危险因素，AR不会高
X线检查心脏扩大	2.1	0.10	0.10	与吸烟比较，RR较高，而AR较低
吸烟	1.9	0.72	0.39	暴露率高的危险因素，RR可以较低，但AR可较高，如约40%的冠心病病例与吸烟有关

关于归因危险度的计算步骤，见以下例子。

例1 在美国Framingham对40—59岁男性进行胆固醇和冠心病关系的前瞻性调查，得到结果如表2所示，试计算归因危险度。

表2 40—59岁人群中胆固醇和冠心病关系前瞻性调查结果

血清胆固醇 (mmol/L)	6年后冠心病 有	6年后冠心病 无	合计
>5.7	72(a)	684(b)	756
≤5.7	20(c)	553(d)	573
合计	92	1 237	1 329(N)

RR(相对危险度)=(72/756)/(20/573)=2.73

P(暴露率)=756/1 329=0.569

OR(比数比)=ad/bc=(72×553)/(20×684)=2.91

OR 95%可信限：1.75，4.84

$$AR(\text{归因危险度})=\frac{P(R-1)}{1+P(R-1)}=\frac{0.569(2.73-1)}{1+0.569(2.73-1)}=0.496$$

$$V_{(AR)}(\text{归因危险度方差})=\frac{cN[ad(N-c)+bc^2]}{(a+c)^3(c+d)^3}=\frac{20\times1\,329[72\times553\times(1\,329-20)+(684+20)^2]}{(72+20)^3(20+553)^3}$$

$=9.506\times10^{-3}$

$SE_{(AR)}$(归因危险度标准误)$=\sqrt{Var(AR)}=0.097\,5$

$1.96\times SE_{(AR)}=0.191\,1$

AR 95%可信限：0.305，0.678

例2 用病例—对照调查方法调查吸烟与口腔癌的关系，得到结果如表3所示。试计算归因危险度。

表3 吸烟和口腔癌病例—对照调查

吸烟(支/日)	病例组	对照组	合计
≥16	255(a)	93(b)	348
<16	49(c)	46(d)	95
合计	304	139	443

$$RR=OR=\frac{255\times46}{49\times93}=2.57$$

$$P=93/139=0.669\,1$$

$$AR=\frac{P(RR-1)}{1+P(RR-1)}=\frac{0.669\,1(2.57-1)}{1+0.669\,1(2.57-1)}=0.512\,3$$

$$V_{(AR)}=\left[\frac{c(b+d)}{d(a+c)}\right]^2\left[\frac{a}{c(a+c)}+\frac{b}{d(b+d)}\right]$$

$$=\left[\frac{49\times139}{46\times304}\right]^2\left[\frac{255}{49\times304}+\frac{93}{46\times139}\right]=0.007\,51$$

$SE_{(AR)}=\sqrt{Var(AR)}=0.086\,7$

$1.96\times SE_{(AR)}=0.169\,9$

AR 95%可信限：0.343，0.683

上述例子表明，在前瞻性定群调查和回顾性病例—对照调查中应用AR的区别在于：病例—对照调查时，只有在正确抽样时才能借用前瞻性调查的归因危险度计算方法。

例3 在美国志愿者中用前瞻性定群调查方法调查吸烟和肺癌关系，结果见表4。同时对未发病者按1‰抽样(表5)。试比较两种调查所得的相对危险度、归因危险度及其95%可信限(表6)。

表4 前瞻性调查吸烟和肺癌关系

吸烟	肺癌 有	肺癌 无	总人数
目前吸烟者	1 116(a)	700 652(b)	701 768
其他	382(c)	975 010(d)	975 392
合计	1 498	1 675 662	1 677 160(N)

表5 表4资料进行吸烟和肺癌病例—对照调查(对照抽样1‰)

吸烟	肺癌 有	肺癌 无	合计
目前吸烟者	1 116(a)	701(b)	1 817
其他	382(c)	975(d)	1 357
合计	1 498	1 676	3 274

表6 前瞻性定群调查和病例—对照调查各指标比较

指 标	前瞻性定群调查	病例—对照调查
RR	4.06	4.06
P	0.42	0.42
AR	0.56	0.56
AR 95%可信限	0.522, 0.598	0.518, 0.602

由表6可知,相对危险度(RR)、暴露率(P)和归因危险度(AR)在两种方法中均无明显差别,主要的区别在于病例—对照调查中AR的95%可信限较宽,这可能由于样本较小所致。

实验设计、临床试验与干预试验

实验设计

为了使一项科学实验工作得到合理的结论,使科学实验工作有较高的效率和节约人力、物力、时间,在实验之前对实验本身要有合理、周密的安排,包括实验对象的规定和分组、实验因素和妨碍因素的控制、实验效果的观察方法、选用合适的实验类型及数据处理方法等。这种安排就是实验设计(experimental design)。良好的实验设计可避免因考虑不周而引起数据无法处理、不能下科学结论等而造成实验失败。

在实验设计时,必须了解实验是一种科学研究的方法,它以验证一个科学假设为目的,设立人为的环境与条件,将有关因素置于严格的控制之下,观察某种实验因素在实验对象上产生的效应,并对之作出分析以得出科学的结论。实验设计时必须有一个待验证的科学假设和验证的方法及途径。

实验设计应遵循的原则有:①设立与试验组有可比性的对照组。②采用随机化方法将实验对象分到试验组或对照组。③要有足够的重复数,即试验组和对照组有足够的样本含量(见附录四,表2、表3或见"病例—对照调查"条),使实验结论有统计学上的可靠性。为了使试验组与对照组有可比性,必要时可考虑应用盲法,即参加的对象、试验者、实验结果的观察人员事先不知道对象所在组别。

随机化

随机化(randomization)是指一种统计技术,使每个研究对象都有等同的机会被安置到某个样本里。通过随机化得到的样本,称为随机样本。

最原始的随机化方法是抽签法,先将全部研究对象编号分别过录到大小相同的纸卡上,每张纸卡代表一个对象。然后将纸卡次序打乱,无选择地抽出一部分纸卡,以代表相应的研究对象。在科学研究中,这种抽签方法太麻烦,常用随机数字表得到随机数字,或从电子计算机(器)的随机数发生器产生的随机数字代表中签的号码。

按实验设计中的随机化原则,实验中的各组都必须是随机样本。随机化可以使各对比组均为随机样本;并可避免研究人员主观选择实验对象而产生的偏性,也可以使一些对结果有影响的因素在一定程度上得到平衡。统计学上的假设检验等方法,都是以随机样本为前提的,符合这一前提的数据才能用相应的统计方法。

自从有了随机数字表和能产生随机数字的计算器后,从一群实验对象中抽取一个随机样本就很简单。从(能产生随机数字的)计算器中可得三位数字的随机数,只要将几个随机数字合并,或去掉三位随机数的第一、第二位数字,就可得任何位数的随机数。如要从n个动物对象中抽出r个个体作为试验组,另r个体作为对照组,则可:①将n个动物编号,由1…n。②排一个1－n数列,在每个数字下记下从随机数字表(附录四表1)或计算器上产生的随机数字。③按随机数字大小,记下秩次,得到一个随机数列,数列中每个数字表示动物编号。④从这随机数列中任取r个编号动物作为试验组或对照组。

例 从12个动物中随机抽取6个为试验组,6个为对照组。

(1) n个动物按1—12作一系统排列,见表中第一行。

(2) 在1—12数字下记上一个3位数的随机数字,见表中第二行。

12个动物的编号变为随机数列的过程

系统数列	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
随机数字	419	123	763	078	616	893	492	333	212	981	587	351
随机数列	6	2	10	1	9	11	7	4	3	12	8	5
组　别	试	试	试	试	试	试	对	对	对	对	对	对

(3) 按随机数字大小,排出秩次,如078为最小,记为1,其次为123,记为2,其余仿此排出秩次,得1—12编号的随机数列(见表中第三行)。

(4) 将随机数列中先出现的6个动物(6,2,10,1,9,11号)作为一组,如作为试验组成员,则另6个作为对照组成员(见表中的第4行)。因为,在随机数列中,任意连续取6个编号的动物的样本,即为随机样本。

盲法

盲法(blindness)是指实验对象或实验执行人员在实验的某个阶段不知道谁是属于试验组,谁是属于对照组。在实验中,尤其在临床试验中,作为实验对象的病人,知道自己是属于试验组或属于对照组之后,会产生不同的想法,这种心理因素常常能影响疗效。作为临床试验工作执行者的医生和护士,心理上也可能对试验组病人和对照组病人有不同的重视程度,或对试验的效果抱有成见,因而有不同的态度和对待方式,这对病人的治疗结果有影响。结果使不同组的疗效不是单纯反映试验因素的作用,而混杂有不同的心理因素引起的影响,从而不能得到正确的实验结论。

为了避免这些心理因素影响实验结果,在实验设计时可采用盲法。可以仅对病人采用盲法或仅对医生、护士采用盲法,这称为单盲法。如果对病人和医生、护士都实现盲法,就称为双盲法。

有时,医生对于病人治疗结果的判断(例如放射医生在评阅病人的X线片时),也会因为知道病人是属于试验组或对照组等而产生偏性。这时,也可采用盲法。

盲法的优点是可避免心理因素造成的对两组之间的偏性。但在执行时,有时也会出现一些缺点,例如,当病人出现新的症状时,医生无法判定这症状是疾病本身产生还是试验药物的副作用。解决的办法是,当出现这问题时可以允许医生查明这一病人是属于试验组还是属于对照组。

对照

在实验中,设立不给予试验处理的一组实验对象,并与试验组一样,作相同的观察。这部分对象称为对照或对照组(control)。

在科学研究中,当实验对象接受试验后,就要观察是否发生某种效应。如果发生了某种效应,还不足以说明这效应就是所给的试验引起的。因为如实验对象在未接受这一试验时也发生相同效应,则这试验因素与效应就不能认为有明确的联系。当试验组发生效应而对照组不发生效应,或试验组发生效应的数量超过对照组时,才可下"试验因素与效应之间有联系"的结论。

对照组与试验组之间必须有可比性。除了要通过实验来检验的某个试验因素外,其他对实验结果可能产生影响的因素,必须保持均衡。以动物作为实验对象进行毒理学试验为例,试验组和对照组必须是同一种属,性别的比例相同,体重应在一个比较小的范围内波动。在整个实验中,必须用同样方法饲养,放在同一饲养室或相同条件的饲养室。最后,对效应的观察,要用同样的指标、方法、测定的仪器和由同一人员测定。为了避免测定人员在测定效应时可能产生的偏见,在测定时可采用盲法。

对照组的概念也可用到实验研究方法之外的研究中。例如,在流行病学调查研究中,为了与接触某种危险因素的暴露组相比较,可设立不暴露于某种危险因素的对照组(参见"病例—对照调查"条)。

完全随机化设计

完全随机化设计(complete randomized design)是一种最简单的实验设计,先根据实验的目的选择实验对象,再用随机化法将实验对象分到试验组和对照组中,分别给予不同的实验处理,并观察实验结果。完全随机化设计也可用于两种以上的试验,这就是把对象用随机化法分配到两个以上的对比组中,互相作比较。

在实现随机化法时,先将实验对象编号,决定各个对比组各取多少个。一般考虑每组有相同的实验单元数。然后,用所编的号码,代替各实验对象,分别一组组地用抽签方法(或用随机数字表来代替抽签方法)抽取所需的对象。

完全随机化设计的特点是,设计简单,无其他附带的条件,适用面广,实验结果得到的数据可用一般常用统计方法分析,统计处理较简单。实验中碰到意外,如个别实验对象中断信息(动物逃跑或意外死亡等),对实验结果影响较少。

这一设计的主要缺点是效率较低,一个实验需要用较多的实验单元,所得的结论也较简单,只说明各对比组之间是否有差别或其中哪一组有效。

随机区组设计

随机区组(randomized block)实验原用于农业实验,将一块块土地分成若干区组,在每个区组内的土地又分为若干小块,分别做不同的实验处理。哪一个小块用哪一种试验,用随机方法决定。在整个实验中,一个区组内的小块数,就是处理组(对比组)的组数;区组数就是重复次数。实验结果可进行方差分析。这就是随机区组设计。

随机区组设计已经扩展到农业以外的实验。凡是将

性质特征一致或相近的实验单元(指实验对象)安排在同一组中，各单元分别接受不同实验处理，这个组称为区组。一个区组内包含的实验单元数，就是处理组数。

在同一区组中，哪一个实验对象接受哪一种实验处理，必须是随机决定的。例如，有性别相同，年龄、体重等相近的5个实验动物，编号为1、2、3、4、5，将接受A、B、C、D、E五种处理，可一一抽签而定(或用其他随机化方法)。假定，用随机化方法抽得的号码为3、1、4、5、2，则1、2、3、4、5号动物分别接受C、A、D、E、B处理，这就是随机化过程。

随机区组的设计可分两步：①从实验对象(如实验动物)中，挑选特征相近的单元(动物)配成区组，区组含量与处理组数相同，区组数为一个实验所需要的重复数。②用随机方法使每一个区组内的各实验单元各接受一种实验处理。

随机区组设计的特点是：①可以使各对比组之间，某些影响因素得到更好地均衡，提高实验的效率。②随机区组实验是属于两因素的实验研究，处理组之间的差别为一种因素，区组之间的差别为另一种因素。例如，全部实验动物的体重不易控制到相近水平，但可以以体重相近为条件匹配区组，在同一区组内，动物的体重是相同或极接近的。但不同区组之间，在体重上可有较大差别。区组之间的比较，在这里反映了体重因素的比较。实验数据也可分析体重对效应的作用。③在随机区组实验中，如果有一个实验单元数据发生意外或丢失，则这单元所属的整个区组的数据不完整。这一区组的数据应全部放弃不用，或将丢失的数据用"补缺"方法进行复杂的分析。因为，因丢失数据所造成的影响较大。

配对实验设计是随机区组实验设计的一个特例。设计时，将某些特征相同的两个实验对象配成一对，其中一个作为试验组对象，另一个作为对照组对象。所谓相同特征是指相同的性别、近似的年龄和体重等。这是配对条件。配对条件必须不是试验因素。在一个对子中，哪个作为试验对象，哪个作为对照对象，必须用随机化方法来确定。

配对设计不过是一个区组内包含两个实验单元的随机区组。统计处理方法较一般区组设计简单(见假设检验中的"配对数据比较"条)。

自身对照实验设计指每个实验对象既作为试验对象，又作为对照对象的设计。例如，对若干例患有对称性类风湿性关节疼痛病人，用局部敷药治疗试验其止痛效果。此时将一侧患病关节敷药，另一侧作为对照。哪一侧为试验组、哪一侧为对照组，以随机化方法确定。止痛效果根据病人反映并用某种定量方法记录。这样的设计是配对设计的一种特例，其实验结果所得数据的统计分析与配对设计同。

把参加临床试验的病人在治疗前某医学化验指标的观察值与治疗后的观察值作比较的实验也称为自身对照实验设计。但治疗前后两个观察值之差，不单单是治疗的作用，还有时间差别产生的变化，因此这种有时间因素混杂的实验设计，是不值得鼓励的。

例 在筛选抗癌药物中，拟用20只小鼠按体重相近配成4组，分别观察5种药物(A、B、C、D、E)对小鼠肉瘤的抑瘤效果，试作配伍(对)试验设计。

先将20只小鼠按体重配成区组。每组5个，共得4个区组，并分别编上号。第一组用1.1、1.2、1.3、1.4、1.5表示，余类推。再抽签确定每个区组内每一动物应给的处理。将抽签得到的随机数录在编号下方，则每个动物的处理就可以确定。

小鼠号	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
随机数	1	3	4	2	—	5	1	4	3	—	2	3	1	4	—	2	5	3	1	—
处理	A	C	D	B	E	E	A	D	C	B	B	C	A	D	E	B	E	C	A	D

这样5个处理组的动物编号分别为：

区组	A	B	C	D	E
1	1.1	1.4	1.2	1.3	1.5
2	2.2	2.5	2.4	2.3	2.1
3	3.3	3.1	3.2	3.4	3.5
4	4.4	4.1	4.3	4.5	4.2

交叉实验设计

交叉实验设计(cross over design)是把实验对象分为甲、乙两组，实验分为前后两个阶段进行，在前一阶段，甲组对象接受试验处理(即作为实验组)，乙组对象作为对照；在后一阶段，乙组对象作为实验组，甲组对象作为对照组。由于实验处理是在全部过程中交叉进行的，故称交叉实验设计。其设计步骤如下：

(1) 先将所有对象按某性状配成对。

(2) 随机决定每一对象的试验顺序，即是先作实验处理还是先作对照。

(3) 经一个阶段后，交换处理和对照，即原来给予处理的对象改为对照，原来对照的改为处理。

例 为了评价中药延胡索对止痛的效果，准备对20名十二指肠溃疡病人作临床试验，试作交叉实验设计。

(1) 首先将20名病人按年龄、性别配成10对，分别编号如表第一行。

(2) 从随机数字表中找出10个数，列于表第二行，即每对中的第一个病人的下方。

(3) 决定第一阶段处理，设单数者为服药，双数者为对照，若某对中第一例为服药，则第二例给安慰剂，或相反。见表第三行

(4) 经第一阶段的试验后，进行第二阶段的试验，此时原来服药的改为对照、原对照的改为服药(见表中第四行)。

交叉实验设计

病人编号	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1	6.2	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	10.1	10.2
随机数	03		47		43		73		86		36		96		47		36		61	
第一阶段处理	服	对	服	对	服	对	服	对	对	服	对	服	对	服	服	对	对	服	服	对
第二阶段处理	对	服	对	服	对	服	对	服	服	对	服	对	服	对	对	服	服	对	对	服

用这种设计时，必须注意：①实验对象分到甲、乙两组要采用随机化方法来决定。②前后两个阶段的相隔时间，必须足够，至少实验的前一阶段产生的效应不复存在。③如果实验能导致实验对象发生永久性的(不能恢复的)后果，如发生死亡，或疾病的彻底治愈等，那就不能用这种设计。

在临床试验中缓解慢性疾病患者某种症状的药物的疗效试验，常用这种设计方法。如肿瘤病人在后期发生严重疼痛时，镇痛药物的疗效试验用此方法分析。

交叉实验设计可以扩展为多于两个阶段的设计，如前后有三个阶段、四个阶段的实验设计。在这些设计中，上一阶段为试验组的动物，到下一个阶段必须换为对照组，上一阶段为对照组的动物在下一阶段必须换为试验组。

拉丁方实验设计

拉丁方实验设计(Latin square design)是参照k个拉丁字母排成的k×k方阵(称为拉丁方)所作的三个因素各有k个水平的实验设计。在拉丁方中，每个字母在每一行、每一列中只出现一次。如由A、B、C、D 4 个拉丁字母，可排成如下的 4×4 拉丁方，A、B、C、D各字母在每行、每列只出现一次。以此类推，可排出n×n的拉丁方。

行号	列号 1	2	3	4
1	A	B	C	D
2	B	C	D	A
3	C	D	A	B
4	D	A	B	C

在拉丁方实验设计中，行、列、拉丁字母各代表一种因素，每个因素各有k个水平数。上面的 4×4 拉丁方就可以安排 3 个因素，各 4 个水平。行号和列号的 1、2、3、4 都是表示一个因素的 4 个水平，表中A、B、C、D也表示一个因素的 4 个水平。

设计时，先确定因素以及它们的水平数。总是要有三个因素，并使每个因素的水平数相同，然后将两个因素安排到行和列，由另一个因素的每个水平随机地分配到每个拉丁字母。

例 为了解 4 种强度的噪声刺激是否使动物体内消耗维生素C量有所不同，考虑到不同的动物反应有所不同，试验日期不同也会影响结果。因而，须使这两个条件一致，这就要求每种强度噪声对每个动物都试验一次，且每个试验日期也都应试一次。由于噪声强度分 4 种，故相应地需要 4 个动物，并在 4 个日期试验。这个试验可用 4×4 的拉丁方设计。

取 4 个受试动物，分别编上 1、2、3、4 号码，用列表示，并用行号表示 4 个试验日期，用A、B、C、D代表 4 种强度的噪声。

日期	动物 1	2	3	4
1	A	B	C	D
2	B	C	D	A
3	C	D	A	B
4	D	A	B	C

A、B、C、D分别代表何种强度的噪声由抽签决定，或查随机数字表(见"随机区组设计"条)。设A为强噪声，C为中强噪声，B为中噪声，D为弱噪声，那么表列可知，第一个动物第一天用强噪声刺激，第二天用中强噪声刺激，第三天用中噪声刺激，第四天用弱噪音刺激。余类推。

析因实验设计

析因实验设计(factorial experiment design)是同时检验两种或两种以上因素效应的实验设计。例如，为预防婴幼儿贫血，给高蛋白食物、铁剂或含维生素C丰富的食物，究竟哪种有效，要通过实验才知道。如果分别作实验来回答上述几个问题，需化较多的人力、物力和时间应用析因实验设计时，一次实验就可作出回答。

析因实验的一个重要功能是可以了解各因素之间是否存在交互作用，即各因素合在一起的效应是与它们的单独效应之和是否相同。上例中，同时给高蛋白、铁、维生素C食物所能增加的血红蛋白是否与单独给这三种处理(食物)时各自增加的血红蛋白之和相同，如果不同，就说明存在交互作用。两个因素为A和B的交互作用，称一阶交互作用，用"AB"表示；三个因素如A、B、C间的交互作用，称二阶交互作用，以"ABC"表示；二阶及二阶以上也称为高阶交互作用。分析这种作用的方法称为交互作用分析。

实验因素较多时，各因素之间关系也较复杂，通过这

个实验可以知道哪些因素各取什么水平(剂量)时,能取得最大的效应。这种作用通常称为选优。

析因实验设计的步骤是:

(1) 把各因素分成不同水平:例如要知道高蛋白食物是否对预防贫血有效,一定要把高蛋白食物作为试验组处理,低蛋白食物作为对照组处理,然后比较两组儿童血红蛋白量后,才能看出高蛋白食物的预防效果。这是将蛋白质因素分为两个水平(k=2):高蛋白和低蛋白。需要时,可以分为三个水平(k=3):高、中和低,或更多的水平数。

现将蛋白质因素以A表示,两个水平以a_1(低)和a_2(高)表示;铁剂作为因素B,也分成不加和加两个水平,以b_1、b_2表示;加维生素C为因素C,以c_1、c_2表示因素的低和高两个水平。以上三个因素(m=3),全搭配试验有$K^m=2^3=8$种实验处理,也就是说一套试验需要8个动物。

(2) 确定实验处理:这8个实验对象各接受一种实验处理,每一种处理是各因素各水平的组合。如表所示,表中的$a_1b_1c_1$表示三种因素都是取低水平,$a_2b_1c_1$中a_2表示A因素取高水平,B、C两因素取低水平(b_1、c_1),余类推。

2^3实验的实验处理

实验处理	代号	例 子
$a_1b_1c_1$	(1)	
$a_2b_1c_1$	a	加高蛋白
$a_1b_2c_1$	b	加铁剂
$a_2b_2c_1$	ab	同时加高蛋白和铁剂
$a_1b_1c_2$	c	加维生素C
$a_2b_1c_2$	ac	同时加高蛋白和维生素C
$a_1b_2c_2$	bc	同时加铁剂和维生素C
$a_2b_2c_2$	abc	同时加高蛋白、铁剂和维生素C

在析因分析的一套试验中,每种因素的不同水平出现次数相同,如表中a_1、a_2各出现4次(b_1、b_2和c_1、c_2也如此),每一因素的不同水平与其他因素不同水平相遇次数也相同,如a_1b_2出现2次,a_1b_1也出现2次,a_2b_1和a_2b_2、a_1c_1和a_1c_2等均如此。在一套实验中,每一种组合只出现一次。

(3) 随机化:哪一个动物接受哪一种实验处理,要由抽签决定。把8个动物编成8个号码,用计算器或随机数字表确定每个动物该接受哪种实验处理。

正交实验设计

正交实验设计是在析因实验设计基础上发展起来的设计方法,是可同时检验两种或两种以上因素效应的实验设计。设计时可利用已经制备的正交表(附录四表5),因而设计步骤比析因实验设计简单。当部分交互作用可不考虑时,它能在一套设计中放置更多的因素。例如,在4因素、每因素2水平的析因实验设计(2^4设计)中,一套实验包含16种处理。在正交设计中这16种处理的实验中可安置15种以下的因素作效应比较。正交实验设计的步骤如下:

(1) 把各因素分成不同水平:与析因实验设计同(见"析因实验设计"条)。

(2) 挑选正交表:正交表是已经制好的备用表格,专供正交实验设计时应用。表格的类型以$L_n(t^k)$表示。n表示一套试验所需动物数,t表示每个因素的水平数,k表示这套实验最多可分析的因素数。$L_8(2^7)$表的排列见表1。在$L_8(2^7)$表中,一套实验需8个动物,每个因素分为2种水平。这套实验最多可分析7个因素或交互作用的效应。

表1 $L_8(2^7)$正交表

实验单元编号	表头编号						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

选用哪一个正交表,决定于因素数和同时观察因素之间对效应的交互影响的项数,并决定于每种因素所分的水平数(见附录四表5)。

如A因素有a_1、a_2和a_3三种水平,B因素有b_1、b_2和b_3三种水平,C因素有c_1、c_2和c_3三种水平,可选$L_9(3^4)$表,也可选$L_{27}(3^{13})$表。因为所有因素的水平数为3,因素数为3,$L_9(3^4)$和$L_{27}(3^{13})$两表可供分析的因素数及交互作用数有4和13个。如果只考虑研究3个因素效应,可采用$L_9(3^4)$表。如果同时要观察交互作用的效应,可采用$L_{27}(3^{13})$表。

在三因素各为两水平的实验中,选用$n \leq 2^3$的正交表,如$L_8(2^7)$表。在$L_8(2^7)$表中可供分析的因素及交互作用共有7个。

(3) 表头设计:选定正交表的表头上k个编号,具体安排取决于研究的因素及其交互作用。

在表头设计时,如果已知A、B、C各因素不存在交互作用,则设计比较简单,在任何一个位置上可安放任何一个因素。

但是,当不知道它们之间是否存在交互作用时,就不得不考虑可能会有交互作用。此时,各因素不可任意安

放。例如，在$L_8(2^7)$表上，安排A、B、C三个因素，可以将A、B放在表头的第[1]、[2]位置。这时，位置[3]在分析时表示A、B交互作用的效应，如果C放在这位置，则C因素的效应和A、B交互作用就不能区分。因此，C因素可放在[4]上。这样，可得到如表2的表头设计，它意味着每个动物将接受如表2第(9)列的处理。这个正交实验设计，事实上与析因实验设计完全一样。

表2 表头设计及每个实验单元(动物)接受的处理

(三因素，L_82^7表)

实验单元编号 (1)	[1] A (2)	[2] B (3)	[3] (4)	[4] C (5)	[5] (6)	[6] (7)	[7] (8)	各实验单元接受的处理 (9)
1	1	1		1				(1)
2	1	1		2				c
3	1	2		1				b
4	1	2		2				bc
5	2	1		1				a
6	2	1		2				ac
7	2	2		1				ab
8	2	2		2				abc

如果用$L_8(2^7)$表作四因素的实验，它们的二阶交互作用，不管是否存在，不作为研究的主要目的，可采用如表3的表头设计。

表3 四因素利用$L_8(2^7)$正交表作表头设计

(各因素只与高阶交互作用相混杂)

实验单元编号	[1] A	[2] B	[3]	[4] C	[5]	[6]	[7] D	各实验单元接受的处理
1	1	1		1			1	(1)
2	1	1		2			2	cd
3	1	2		1			2	bd
4	1	2		2			1	bc
5	2	1		1			2	ad
6	2	1		2			1	ac
7	2	2		1			1	ab
8	2	2		2			2	abcd

在这一设计中，A、B、C、D四因素的效应，相互之间是不相混杂的，因素D只与高阶交互作用ABC相混杂，其他因素也如此。一般来说，高阶交互作用可当作误差看待。

裂区实验设计

裂区实验设计(split plot design)是一种完全随机设计与随机区组设计相结合的设计，同样可作因素和交互效应的分析。

在随机区组设计中，只能分析一个处理因素的效应和一个区组的效应，如果还需要分析另一个因素而每个区组的动物数又无法增加时就需要采用裂区实验设计。比如说，原来的处理因素B有3个水平，每个区组是3个动物，再分析一个2水平的A因素，同时每个区组的动物数又无法增加，即无法找到相同特征的动物来扩大区组，这时就将区组随机地分配到A因素的两个水平之下。共有6个区组，分配的结果如表所示。

裂区实验设计

	区组号	B		
		b_1	b_2	b_3
a_1	1	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3
	2	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3
	3	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3
a_2	4	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3
	5	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3
	6	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3

表中，每个格子的字母组合表示的是处理，a_1b_1表示该动物用A因素的1水平和B的1水平处理。1、2、3区组用a_1水平处理，4、5、6区组用a_2水平处理。由于B因素的各个水平在每个区组中都出现，而A因素的各个水平并没有在每个区组中出现，因而A因素的效应与区组的效应会发生混杂，而B因素的效应就不会与区组效应混杂，故安排因素时宜将最感兴趣的因素排在B因素的位置上。这一设计有两次随机化过程：设A因素有k个水平，在A因素k个组作比较时，各区组分到哪一个组，是随机化决定的；如B因素有m个水平，B因素m个组作比较时，每个区组内的l个动物各接受哪个水平的处理，也是随机化决定的。

在设计时，先确定A因素分k个水平，每个水平重复r次；B因素分m个水平，每个水平重复kr次。全部实验需krm个实验单元，以每m个单元为一区组，共有kr个区组(或区块)。

将kr区组随机分成k组，每组有r个区组，各区组分别接受A因素的k个水平的实验处理。将每个区组的m个实验单元，随机各接受B因素的m个水平的实验处理。

成巢设计

成巢设计(nested design)就是将受试对象(一般是一窝窝的动物，也可以是成群的人)成组地分配到某试验因素不同水平下的一种设计方法。当试验对象组以群形式存在时，不便对每个对象分别作随机化处理，因而只能作成窝(组)的随机化分配。每窝(组)的动物组成一个次

级样本。在这种设计下，各试验组之间的效应差，除了受试验因素的影响外，还包含了窝（组）别不同的影响。在仅分析一个试验因素的情况下，该因素又称大组因素（或A因素），组别为小组因素（B因素）。B因素不是分析的重点，可称干扰因素，但各有一个较为确定的因素影响各窝（组）动物的差异。那么，该因素也同样是有分析价值的。在这种设计中，实验对象等于是先按A因素分层，再按B因素分层，故又称分层设计（hierarchic design），则二个因素又分别称第一层因素和第二层因素。

成巢数据的统计分析一般用方差分析方法处理。但不同于一般两因素的方差分析，其特点是先把次级样本组间的平方和计算出来，然后把它分解成A因素的平方和以及B因素的平方和。次级样本的含量相等时，方差分析比较简单。当含量不相等时，分析将复杂得多，因此，设计时尽可能使次级组含量相等。

例如在一年级小学生的6个班（每个班作为一个随机化单位）中，进行课间补充牛奶对身高体重等生长影响的研究。随机抽取其中3个班为补充营养组，另三个班为对照组。补充营养组班内各个学生全部给牛奶，属对照组班的学生全部不给。

从这个试验所得数据可分析"补充牛奶"与"不补充牛奶"对生长的影响。是否补充牛奶在这设计中为第一层因素，或称A因素（大组因素）。由于有6个班级的学生参加了试验，班与班之间可能也有一定的差异，这个班的因素称为第二层因素（或称B因素、小组因素）。如果学校各班级的划分是参照入学考试成绩高低分班，则B因素表示入学成绩高低，由每个班若干学生组成的样本，称为次级样本。

临床试验

临床试验（clinical trial）是在临床上由医生进行的以病人（或健康人）为对象、群体为基础的、用于验证各种新药、新疗法效果的科学试验方法。例如，为了评价某种呼吸操对改善慢性支气管炎（以下简称慢支）病人肺功能的效果，拟选择一批慢支病人进行试验来验证。进行临床试验时也必须类似于预试验或动物实验那样的要求，即对照、重复和随机的原则。

除了少数情况（如断肢再植、破伤风治疗等）外，临床试验都应设置对照组。对照组可考虑给予老药、老疗法或安慰剂，试验组则给予某一特定的待验证的新药或新疗法。如将上述慢支病人分为两组，一组病人每天作呼吸操，另一组病人不作呼吸操。经一个阶段后再观察两组病人肺功能变化情况。除了治疗手段不同以外，试验组和对照组的其他条件应尽量保持相同，以避免其他因素对实验效应的干扰。其中诊断分型分期和结果评定标准的统一尤为重要。如参加呼吸操的病人与不参加呼吸操的病人不管在病情程度、年龄大小、性别构成和体质状况等方面均应保持较好的一致，只有这样，两组出现的差别才能认为是疗法不同之故。

随机化也是临床试验中必须遵循的一个原则。就是说，每个试验对象具有同等的概率被分配到试验组或对照组中去。即一个慢支病人，他是否采用呼吸操治疗，并不是预先凭主观意志确定的，而是通过抽签的方法随机确定的。这样做，一方面可使两组的试验条件尽量达到齐同，另一方面可正确地进行数理统计。

为了避免偶然性带来的假象，要保证一定的重复数，即参加试验的对象要达到一定的数量。太少往往得不到可靠的结论，太多又会无谓地增加试验费用。试验对象的数量须根据统计学的要求、试验的目的、观察指标的类型、以前的经验和判定的标准来确定（附录四表2和表3）。

由于临床试验的对象是人，因此必须考虑医学伦理学的原则。在了解疾病的自然史和充分保障受试者安全的条件下，使病人自愿参加临床试验，做好随机化分组的工作。必要时，可采用盲法（单盲或双盲）来控制因人为心理因素造成的对效应观察的影响。

临床试验中还要注意资料收集的质量评估和控制。对参加对象作好宣传和说明，使他们能较好地配合。要尽量减少选择对象、观察和随访中产生的偏倚。对失访、退出者应有交待。

临床试验结果应予以与设计相适合的统计方法来分析。最常用的有生存率分析、χ^2和方差分析等。

临床试验的步骤一般分四期：第一期在少数正常人（主要为参加实验工作者本人）或志愿者中进行，以观察试验的安全性和副作用；第二期进行初步临床应用，观察其疗效，并为第三期试验提供药物剂量、治疗方案；第三期为在一定规模病人中进行临床试验，得到药物疗效和不良反应的评价；第四期广泛应用，得到社会的认可，判定应用价值，监测在大规模使用中可能产生的不良反应。到这时，才可认为临床试验已完成。

干预试验

干预试验（intervention study）属于实验流行病学范畴。通过一定干预措施，使人群中某一种或几种危险因素或行为发生改变，从而判定病因以及考核干预的效果。例如，上海医科大学与江苏启东合作进行改变饮水水源，预防原发性肝癌的干预试验。在改善饮用水的启东（60%居民由饮用沟水改为深井水）肝癌死亡率稳定，而邻近未改变饮水水源的居民肝癌死亡率直线上升，超过启东。这证明沟水的饮用是诱发肝癌的一个原因。干预试验一般在广大社区人群中进行。干预措施如涉及到社区中每一个个体，如疫苗接种、药物预防、劝阻吸烟等，则应按随机、对照和双盲等原则和方法确定试验组和对照组。干预人数要达到一定数量以达到统计分析的要求。均衡试验、随访和分析分法均应符合统计学原理。

有时干预试验无法按个体来划分，如自来水加氟预防龋齿、饮水类型改变与肝癌等，只能选择各种条件相近的社区进行社区间随访和比较。但仍应注意不同社区间的均衡程度和可比性。有时进行健康教育等的干预可以在部队、学生班级、车间中进行。可按整群为单元作随机化处理。

干预的现场要求对象数量足够大，人口流动少，发病率较高并稳定，医疗卫生设施健全，诊断水平较高。除了对儿童和老年人的疾病干预外，一般以中青年为适宜对象。

数据分类及变换

变量的分类与转化

在科学研究中，作为研究对象的原始观察数据，在统计上称为观察值(observation)。被研究个体的某种观察项目(或指标)的观察值，在不同个体中是不同的，因而有变量(variable)之称。统计研究对象的观察值可视为数学上的变量，以X、Y等字母表示。

变量可分为三大类：定量变量、定性变量和等级变量。等级变量(ordinal variable)又称半定量变量，是指将某观察项目按属性程度的不同或时序的先后分组所得的不同等级变量。例如，调查类风湿病人患病关节的疼痛情况，将疼痛分为"不痛"、"微痛"、"中等疼痛"和"剧痛"四个等级，但不能用一个仪器确切地测量出它们之间量的差别。

各种类型变量之间可以互相转化，如从一种定量数据转化为另一种定量数据，这又称为变换(transformation)。在统计分析时，有时可将观察而得的定性或定量数据，按合理的方法改变或综合成其他类型的数值，成为新的变量，可使原始数据含义更加明确，或符合统计分析的要求。转化的方法有如下几种：

(1) 定量数据的变换：通过一定的函数式$y=f(X)$，使原来数据中各个变量X，分别得到新变量y，如$y=\log X$，$y=\sqrt{X}$等。以新变量y作为研究对象个体特征的测量值，来进行统计分析。

数据变换的目的：①改变原数据的单位。②当原数据的分布呈偏态时，通过合适的转化方法，使新数据接近正态分布。③在多组比较中，如原变量在各组间方差不齐，不符合方差分析的要求，经适当的转化，可使新变量在各组中变为齐性。④在回归分析时，如果自变量与应变量之间不呈直线关系，则将其中之一或两种变量进行适当转化，可得到直线关系。

常用的变换有对数变换、平方根变换、平方根反正弦变换、Box—Cox变换、反双曲正切变换、logit变换、概率单位变换等。

(2) 定量化和定性化：定量化是将原为定性的变量以数量来表示。例如以性别为变量，分男女两个类别，把女的性别以"0"代之，男的以"1"代之，性别分类就变为定量变量。这样定性变量就可以用回归分析等统计方法运算。

定性化是将定量数据作为定性数据处理。这一转化将会损失很多信息，但在医学应用上常更具有实际意义。例如，新生儿出生体重是一种定量变量。如以2 500 g体重为界限，不满2 500 g称为低出生体重儿，达到或超过2 500 g为正常出生体重儿，就使原来数据转化为出生体重"低"与"正常"两种类别的定性变量。这新变量对评价个别儿童的体重，更有实际意义。统计分析时，计算一个国家或地区的低体重儿百分比，，比用原体重的平均数指标更能直接反映该国家或地区的低体重儿问题。

(3) 将两种或两种以上变量综合为一种新的变量：也就是把原来的变量(设X_1、X_2等)通过一个函数化为新变量(y)。例如

$$y=X_2-X_1 \tag{1}$$

$$y=X_2/X_1 \tag{2}$$

$$y=(X_2-X_1)/X_1 \tag{3}$$

设X_1为实验动物在试验前的体重，X_2为此实验动物经过试验后的体重。通过上述式(1)而得变量y是试验期间的增加体重。如用式(2)，则y为试验后的体重占试验前体重的百分比。如用式(3)，则y表示增加体重占原体重的百分比。此外，还有其他的综合方法，如多变量统计中的主成分分析等。

定量变量

对研究对象的某个特征进行观察时，观察结果用数量来表示，即为定量变量(quantitative variable)。如对研究对象所作的身高、体重、视力、血压、龋齿数等测定所得的数值都是定量变量。定量变量可分为连续性与非连续性两种。连续性定量变量是指在某一范围内可以有任何数值的量。例如，新生儿的身高、体重测定值即属于连续性定量变量。非连续性定量变量又称为离散型定量变量，是指对研究对象的某特征进行观察时，测定值只有整数，没有小数点以下的数值。例如调查妇女生育子女数、测定儿童龋齿数时，子女数和龋齿数的数值都是整数。

定性变量

定性变量(qualitative variable)又称属性变量(attributive variable)或名义变量(nominal variable)，是指根据研究对象的属性或性质观察而得的变量，例如，研究对象经医学检查诊断为"有"或"无"某病；研究对象经调查而得属于不同民族、从事不同职业等的调查记录等，均为定性变量。对研究对象调查某一种属性上属于哪一类别时，应该确定这一属性可分几个类别，而且必须注意每一对象只能属于这些类别中的一类，不能既是这一类又属那一类，即类别之间是"互不相容"的。当定性变量中仅有两类时，如某事件的"有"或"无"、性别"男"或"女"，则特称为两项类别变量(dichotomous variable)，这是最常用的。

如果变量按程度或次序分组，如文化程度分为文盲、小学、中学、大学及以上等类别，这种变量可归属到等级变量。

对数变换

由于进一步统计分析的需要，需将呈正偏态分布的原始数据校正成正态分布，或将非线性关系的X、Y转化为线性关系时，可将原始数据取对数值作为新变量，这一转化称为对数变换(logarithm transformation)。

这种变换常用于：①当原数据呈正偏态分布时，则可将原数据作对数变换，这些对数值就可呈正态分布。②对几个样本均数作比较，并用t检验或方差分析方法处理时，如各个样本间方差不齐，有时可经过对数变换达到方差齐性目的。③在曲线(指数曲线、双曲线、logistic曲线等)拟合中，可用对数变换进行直线化。此时，将其中一个或两个变量经过对数变换后，自变量与应变量之间呈直线关系。

对数变换方法，一般以10为底的常用对数作变换，也可用自然对数。如以X为原变量，对数变换后的新变量以y表示，两者关系为：

$$y=\log X \qquad (1)$$

用式(1)变换时，变量X不能有0值或负值。即X必须大于0。如为0值或负值，可先加一数值K，使X+K值大于0，然后再作对数变换：

$$y=\log(X+K) \qquad (2)$$

式中K为常数，K的大小要使(X+K)的数值大于0；并要使y变量的分布接近正态。

如原数据中X或(X+K)为0—1之间的数值，则新变量y为负值。为了避免出现负值，可在新变量中再加一个常数。或将原变量X乘上10倍、100倍，以变更其单位，使全部数值大于1，再用上式作对数变换。

如果新变量y呈正态分布，则可以利用正态分布的特点描述变量y。例如，y的均数$\bar{y}$在这一分布的中间，$\bar{y}\pm 1.96\,s_y$包括了中间95%的变量个数。

经对数变换后得新变量y的均数$\bar{y}$，再求出其反对数值，$\log^{-1}\bar{y}$，此值即为原变量X的几何均数G。将新变量y的标准差s_y取反对数，$\log^{-1}s_y$，所得数值称为分散系数d(dispersion factor)，即几何标准差。

表1 呼吸性粉尘浓度频数分布

粉尘浓度 X(mg/m³)	频数
0 —	8
0.5—	11
1.0—	5
1.5 -	4
2.0—	5
2.5—	2
3.0—	2
3.5—	3
4.0—	1

$\bar{X}=1.518$
$s_x=1.162$

表2 表1数据作对数转化后的频数分布

对数浓度 y(=logX)	频数
−2.5	2
−2.0	3
−1.5	3
−1.0	11
−0.5	11
0—	5
0.5—	5
1.0—	1

$\bar{y}=-0.695$
$s_y=0.828$

如变量X呈对数正态分布，已知其几何均数G和分散系数d，则$G \div d^{1.96}$—$G \times d^{1.96}$范围之内包括调查数据的中间约95%个变量个数。如已知$\bar{y}$和s_y，将$\bar{y} \pm 1.96\ s_y$取反对数值，则得同样的结果。

例 对精密铸造厂接触粉尘现场的可吸入粉尘浓度（mg/m³）41个测定值，作出频数分布（表1），其分布呈现正偏态。如将原数据作$y=\log X$的对数变换，得到的新变量y值作频数分布，其分布接近正态（表2）。

此例中原变量（X）的分布呈正偏态，经对数变换后新变量（y）呈正态分布，则原变量的这一种分布，称为对数正态分布。

平方根变换

将原始变量取平方根后所得相应新变量的过程称为平方根变换（sguare root transformation），即

$$y=\sqrt{X} \quad (1)$$

式中y为新变量，X为原始变量。

当原变量有零时，可对式（1）略作改变，根据需要选择式（2）、（3）或（4）进行变换。

$$y=\sqrt{X+0.5} \quad (2)$$

$$y=\sqrt{X+3/8} \quad (3)$$

$$y=\sqrt{X}+\sqrt{X+1} \quad (4)$$

三组小白鼠脾脏蛋白质中的放射性计数

	X			$\sqrt{X}$		
	对照组 (1)	芥子气中毒组 (2)	电离辐射组 (3)	对照组 (4)	芥子气中毒组 (5)	电离辐射组 (6)
	3.8	5.6	1.5	1.9494	2.3664	1.2247
	9.0	4.0	3.8	3.0000	2.0000	1.9494
	2.5	3.0	5.5	1.5811	1.7320	2.3452
	8.2	8.0	2.0	2.8636	2.8284	1.4142
	7.1	3.8	3.0	2.6646	1.9494	1.7320
	11.0	4.0	5.1	3.3166	2.0000	2.2538
	11.5	6.4	3.3	3.3912	2.5298	1.8166
	9.0	4.2	4.0	3.0000	2.0494	2.0000
	11.0	4.0	2.1	3.3166	2.0000	1.4491
	7.9	7.0	2.7	2.8107	2.6458	1.6432
$\bar{X}$	8.1	5.0	3.3	2.7894	2.2101	1.7833
S^2	8.9889	2.7111	1.7378	0.3549	0.1282	0.1332
$S^2/\bar{X}$	1.1097	0.5422	0.5266	0.1272	0.0580	0.0747

适于平方根变换的原始数据有：①对于总体呈Poisson分布的计数资料，使变换后的数据近似正态分布。②当对比的n个样本方差不齐，尤其是方差与均数之间呈正比关系时，用本法往往能消除或削弱此比例关系，达到方差齐性，以满足t检验或方差分析的要求。③呈轻度偏态的资料

呈poisson分布的变量，也可用下式作平方根变换。

$$\begin{cases} Y=\sqrt{X}, & \text{当} X \geqslant \hat{\lambda} \text{时} \\ y=\sqrt{X+1}, & \text{当} X < \hat{\lambda} \text{时} \end{cases} \quad (5)$$

式中$\hat{\lambda}$为X的均值。若$X \geqslant \hat{\lambda}$，可直接用式（1）变换。

从一个呈Poisson分布、参数为λ的总体中，抽取出来的大样本的变量，其平方根变换后y接近正态分布，方差值为1/4。

例 小白鼠按不同处理分为三组，在注射某同位素24 h后，测定脾脏蛋白质中放射性次数见表中的（1）、（2）、（3）列。此数据能否直接用于方差分析？若不能，试作适当变换。

从上表初步分析的结果看，均数大方差也大，均数小方差也小，因此不宜直接用方差分析。而且方差齐性检验的结果表明，$\chi^2=6.77$，$\nu=3-1=2$，$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准，方差不齐。

如果将数据作平方根变换（见表中（4），（5），（6）列）以变换值再作方差齐性检验，得$\chi^2=3.22$，$\nu=3-1=2$，$P>0.05$，按$\alpha=0.05$水准，方差为齐性。同时也消除了均数大方差也大的比例关系。这样，用变换值进行方差分析更为适宜。

平方根反正弦变换

平方根反正弦变换（square root arcsine transformation）是将原始数据为百分数（p）的变量取平方根，再计算出反正弦函数值，而得到新变量的过程。变换公式为

$$y=\sin^{-1}\sqrt{p} \quad (1)$$

式中y为平方根反正弦函数值，以角度或弧度表示，故平方根反正弦变换又称角变换。当p从0%到100%变化，y以弧度表示时，则y的范围是0～1.57（即π/2）；y以角度表示时，则y的范围是0～90。y（以角度表示）与p的对应关系，可查附录四表6。

适于平方根反正弦变换的原始数据是，当百分数较小（如小于30%）或较大（如大于70%），且偏离正态比较明显时，通过本变换后，变换值成为或接近正态分布，方差近似常数820.7/n（按角度）或1/4 n（按弧度），达到了方差齐性和具有可加性。故本法最适于各组百分数的极差相差悬殊时进行变换。

变换后的数据可进行t检验或方差分析，以说明各样本所代表的总体，其百分数的均数间有无差别。总体百分数的可信区间可按式（2）计算：

$$\left\{ \begin{array}{ll} (y \pm Z_{\alpha} s_y) & \\ s_y=\sqrt{\dfrac{820.7}{n}} & \text{（以角度表示）} \\ s_y=\sqrt{\dfrac{1}{4\,n}} & \text{（以弧度表示）} \end{array} \right. \quad (2)$$

式中Z_{α}为标准正态离差。当求总体百分数的95%可信区间时，取$Z_{\alpha}=1.96$。s_y为标准误。按式（2）算出y的可信区间后，可由附录四表6查出用百分数表示的可信区间。

当原始的百分数在30%～70%时，一般不需作此变

换。如果原始数据出现0%时,式(1)无法应用。所以有人作出校正的方法,如Bartlett建议以1/4 n取代式(1)中p=0%的值,以(1-1/4 n)取代p=100%。对中等大小的样本含量,Anscombe Johnson与Kotz、Fremen与Tukey分别提出用式(3)、式(4)作平方根反正弦变换:

$$y=\sqrt{n+1/2}\sin^{-1}\sqrt{\frac{X+3/8}{n+3/4}} \quad (3)$$

$$y=\sin^{-1}\sqrt{\frac{X+3/8}{n+3/4}} \quad (4)$$

式中n为样本含量,X为样本中某特征的阳性数。

例 现有某地5年男女婴儿死亡率的数据(表1),问男女之间以及各年度之间的差别有否显著性意义。

此例提供的数据只是婴儿死亡率,无具体分母人数,因此只能将婴儿死亡率作为变量,进行方差分析。为了使方差分析的变量接近正态分布和方差齐性的要求,应对原数据作平方根反正弦变换后,再作方差分析(表1)。

表1 某地1977—1981年婴儿死亡率的平方根反正弦变换值

年份	婴儿死亡率(‰)(p)		平方根反正弦变换值(y)	
	男	女	男	女
1977	22.56	18.03	8.6385	7.7167
1978	16.29	15.53	7.3328	7.1588
1979	19.69	12.34	8.0664	6.3779
1980	16.82	14.66	7.4518	6.9543
1981	15.55	11.65	7.1634	6.1963

表1中原数据按式(1)变换后得新变量(y)列于表中右边两列。再将y作方差分析,结果见表2。

表2 表1y的方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F
总	4.8031	9		
男女间	1.8052	1	1.8052	42.47
年份间	2.3460	4	0.5587	13.14
误差	0.1698	4	0.0425	

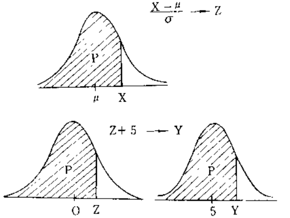
从分析结果可看出,婴儿死亡率在男女之间有显著差别,男婴死亡率高于女婴。在1977—1981年的各年份之间也有显著差别。

百分数的概率单位变换

正态曲线(以μ为均数,σ为标准差)下,左侧面积用百分数p表示,则其相应的标准正态离差Z加5(即$\frac{X-\mu}{\sigma}+5$)为与p相应的概率单位(probit,即probability unit的缩写),记为Y,P与Y的关系可用图或公式表示:

$$P=\int_{-\infty}^{X}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}dx=\int_{-\infty}^{Y}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(y-5)^2}{2}}dy$$

例如,若P=50%,则X=μ,标准正态离差Z=0,相应的



百分数P与概率单位Y间关系的示意图

(注:X为原变量,Z为标准正态离差,Y为probit)

概率单位Y=5;若P=95%,则X=μ+1.96σ,标准正态离差$Z=\frac{(\mu+1.96\sigma)-\mu}{\sigma}=1.96$,相应的概率单位Y=1.96+5。

将百分数P转换为相应的概率单位的过程称为百分数的概率单位变换。

为简便计算,可直接查百分数的概率单位变换表(附录四表7)。

概率单位变换主要用于S形或反S形曲线的直线化。在药理或毒理学研究中,当剂量—反应关系的资料呈S形曲线时,将反应率(P)变换为概率单位(Y)作纵轴,将剂量或剂量的对数(D)作横轴,可使两者的关系直线化,于是可作为直线而进一步处理,如用以求半数效量(ED_{50})(见"剂量效应与剂量反应分析"条)。

Box—Cox变换

Box—Cox变换(Box—Cox transformation)是Box和Cox于1964年提出的变量变换方法。这一变换方法是通过下列方程式之一获得的。

$$y=(X^{\lambda}-1)/\lambda, \quad 当\lambda\neq 0 \quad (1)$$

$$y=\ln X, \quad 当\lambda=0 \quad (2)$$

式中λ是一个待定的数值,根据具体数据运算而得。

Box-Cox变换的目的,是使原先为偏态分布的变量经过变换后,得到的新变量接近正态分布。当用平方根变换或对数变换方法不能使新变量分布十分接近正态分布时,用Box—Cox变换能有较好的效果。

Box—Cox变换包括了一些常用的变换方法。当$\lambda=0$时,Box—Cox变换就是对数变换。当$\lambda=1/2$时,它就成为平方根变换。当$\lambda=-1$时,它就是倒数变换。在Box—Cox变换中,λ值是根据具体数据调节而得,因此能得较好的结果。

进行Box—Cox变换时,先要从原数据算出λ的估

计值$\hat{\lambda}$。$\hat{\lambda}$值的计算方法较复杂，可先将不同数值作为λ代到下式中，得到一系列的L值，以便选取$\hat{\lambda}$值。

$$L=-\frac{\nu}{2}\ln S_y^2+(\lambda-1)\frac{\nu}{n}\sum\ln X \quad (3)$$

式中L为指示函数，ν为自由度，S_y^2为变换后变量的方差，X为原变量。不同的λ代进式(3)可得不同的L值，找出使L值最大的λ值就是所求的$\hat{\lambda}$。这个$\hat{\lambda}$的值就是可使变量正态化的合适的数值。L称为指示函数。也可用偏度系数作为指示函数，得偏度系数接近于0时λ值。当正态性与方差齐性同时需要校正时，可用下式，以L′作为指示函数：

$$L'=L-1/2\,\chi^2 \quad (4)$$

χ^2为Bartlett检验统计量，这一统计量呈χ^2分布。不同λ代入式(4)中，使L′为最大数值时的λ，即为所求的$\hat{\lambda}$。

例 某地387名3—7岁儿童测定了红细胞内游离原卟啉(FEP)，所有测值经初步统计处理，得均数为0.6023(μmol/L)，标准差为0.3346。其分布呈正偏态，偏度系数g_1为1.7288($Z=(g^{1-0})/S_{g_1}=13.8847$，$P<0.0001$)，峰度系数$g_2$为4.9753($Z=g^{2-0})/S_{g_2}=19.9740$，$P<0.0001$)。看要求对此数据作Box—Cox变换，使分布接近正态。

Box—Cox变换式为$Y=(X^{\lambda}-1)/\lambda$。式中λ为待定数值，其估计方法是使式(3)达到最大值，或使g_1接近于0

现经尝试法，得$\hat{\lambda}=0.06$时，

$$L=-\frac{\nu}{2}\ln S_y^2+(\lambda-1)\frac{\nu}{n}\sum\ln X$$

达到最大值。

如果采用偏度系数g_1作为估计λ的指示函数也得同样结果：

$\lambda=0.05$时，$g_1=-0.0149$

$\lambda=0.06$时，$g_1=-0.0001$

$\lambda=0.07$时，$g_1=0.0148$

可见当$\lambda=0.06$时g_1的绝对值最小，故可将0.06作为$\hat{\lambda}$。

将原变量用$y=(X^{0.06}-1)/0.06$变换，变换后数据的偏度系数、峰度系数和它们的总体值等于0的假设检验结果为：

$g_1=-0.0001$，　$P=0.9991$

$g_2=-0.1059$，　$P=0.6705$

经变换后，新变量接近正态分布。

从此例可看出，原数据的偏度系数值比较高，用Box—Cox变换后，可得到十分满意的结果。峰度系数也有改变，但并不校正到与正态分布十分接近的程度。

多级正态性变换

多级正态性变换(multi-stage gaussian transformation)是指在正态性变换中，为使数据符合分析要求，分两步对偏度和峰度(见"正态性检验"条)进行校正而得到新变量的过程。第一步校正分布的偏度，第二步校正分布的峰度。

(1) 校正偏度系数：在非正态分布中，使用某类函数变换其变量，使其不对称性得以校正。这类函数通常有对数函数、Box—Cox函数等，见式(1)、(2)。

对数函数　$y=\ln(X+C)$；　(1)

$$\text{Box—Cox函数}\quad y=\begin{cases}\dfrac{X^{\lambda}-1}{\lambda}, & \lambda\neq 0\\ \ln X, & \lambda=0\end{cases} \quad (2)$$

对数函数用于校正正偏态分布。Box—Cox函数适用于校正正或负偏态分布。

(2) 校正峰度系数：对峰度系数为正(或为负)的对称分布校正其峰度。这一步的运算，要求变量的均值为0。在上一步得到的变量y，其均数$\bar{y}$不一定为0值，y的分布对称于$\bar{y}$。所以用下式作变换，使变量u对称于0。

$$u=(y-\bar{y})/s_y \quad (3)$$

然后将u变量作峰度校正，通常用下两式之一：

$$\text{绝对值指数函数}\quad y'=\begin{cases}|u|^K, & u\geqslant 0\\ -|u|^K, & u<0\end{cases} \quad (4)$$

$$\text{双曲正弦函数或反双曲正弦函数}\quad y'=\begin{cases}A\sinh(u/A)\\ A\sinh^{-1}(u/A)\end{cases} \quad (5)$$

绝对值指数函数可用于校正峰度为正或为负的情况。当峰度系数为正时，$0<K<1$。当峰度系数为负时，$K>1$。如果K取某些特殊值，例如$K=1/2$，-1时，这一变换也包含平方根变换和倒数变换。

双曲正弦系列函数都能校正峰度的正峰度和负峰度。校正峰度为正的分布，所用的函数是反双曲正弦函数。校正峰度为负的分布，所用的函数是双曲正弦函数。

每一步都有两种(或两种以上)变换方法可选用。因此多级校正可有多种变换组合。例如：①对数变换后进行绝对值指数变换。②对数变换后进行双曲正弦变换。③Box—Cox变换后进行绝对值指数变换。④Box—Cox变换后进行双曲正弦变换。

式(1)、(2)、(4)和(5)中常数C、λ、K和A的估计，可采用"区间逐渐减半"的方法得到。

现以对数变换$y=\log(X+C)$为例来说明估计常数C的方法。

首先找到两个常数a和b，使得原始数据经$y=\log(X+a)$变换后，偏度系数为负，而原始数据经$y=\log(X+b)$后，偏度系数为正，那么常数C就落在区间(a，b)中。再将区间减半，即分为$\left(a,\frac{a+b}{2}\right)$、$\left(\frac{a+b}{2},b\right)$，重复上一运算，找出常数C落在那半个区间。再将这区间分为两半，反覆运算使变换后偏度系数小到满意的程度为止，最后可得常数C的数值。其他常数也可由此方法得到。

例 为了制订学龄前儿童红细胞内游离原卟啉(FEP)的参照区间，测定了某地区387名3—7岁儿童的FEP(单位为μmol/L)。原始数据正态性检验的结果是$\bar{X}=0.6023$，$s=0.3346$，偏度系数$g_1=1.7288$，峰度系数$g_2=4.9753$。对g_1和g_2，Z检验的结果分别为：

$Z_1=g_1/s_{g_1}=13.8847$，　$P_1=0.0000$

$Z_2=g_2/s_{g_2}=19.9790$，　$P_2=0.0000$

表明原始数据不呈正态分布。现先进行多级正态性变换，然后再制订参照区间。

选用对数变换$y=\log(X+C)$，对原始数据的偏度进行校正，数

值C的估计过程如下：

$C=20$,　$g_1=0.488\,8$,　$P_1=0.000\,0$
$C=10$,　$g_1=0.276\,4$,　$P_1=0.026\,4$
$C=5$,　$g_1=0.124\,5$,　$P_1=0.317\,3$
$C=1$,　$g_1=-0.038\,6$,　$P_1=0.756\,6$
$C=2$,　$g_1=0.006\,9$,　$P_1=0.955\,4$
$C=1.5$,　$g_1=-0.015\,3$,　$P_1=0.901\,9$
$C=1.8$,　$g_1=-0.001\,8$,　$P_1=0.988\,3$
$C=1.9$,　$g_1=0.002\,6$,　$P_1=0.983\,3$
$C=1.85$,　$g_1=0.000\,4$,　$P_1=0.997\,4$
$C=1.84$,　$g_1=-0.000\,1$,　$P_1=0.999\,6$

选C=1.84，使原始数据经对数变换$y=\log(X+1.84)$后，偏度系数达到很小的程度。

上述变换后，均数、标准差分别为

$\bar{y}=3.443\,0$

$s_y=0.492\,0$

再做u变换。将变换的数据代入式(3)，

$$u=\frac{y-3.443\,0}{0.492\,0}$$

使数据分布对称于0

最后进行绝对值指数变换。

$$y'=\begin{cases}|u|^K, & Z>0\\ -|u|^K, & Z<0\end{cases}$$

其中数值K的估计过程如下：

$K=2$,　$g_2=4.938\,6$,　$P_2=0.000\,0$
$K=1.1$,　$g_2=0.199\,8$,　$P_2=0.422\,3$
$K=1.05$,　$g_2=0.027\,3$,　$P_2=0.912\,8$
$K=1.02$,　$g_2=-0.073\,0$,　$P_2=0.769\,5$
$K=1.04$,　$g_2=-0.006\,4$,　$P_2=0.979\,5$

最终选取K=1.04，使经过绝对值指数变换$y'=u^{1.04}$后，偏度系数和峰度系数都达到非常小的程度。

$g_1=0.010\,7$,　$P_1=0.931\,1$
$g_2=-0.006\,4$,　$P_2=0.979\,5$

在$\alpha=0.90$水准上，认为经多级正态性变换后的数据满足正态性的要求。

多级正态性变换后，数据的均数、标准差分别为

$\bar{y}'=-0.000\,9$

$s_{y'}=1.103\,6$

其参照值区间按$(\bar{y}'-1.96\,s_{y'},\ \bar{y}'+1.96\,s_{y'})$计算，应为：

$(-1.985\,8 \quad 1.987\,6)$

根据原来变换公式，从式(4)、式(3)和式(1)逐步反变换得到原始数据的参照区间为10.23－79.16。因此，根据所得数据，学龄前儿童FEP的参照区间为10.23－79.16。

描述性统计

描述性统计

描述性统计(descriptive statistics)是对组成一个群体的个体进行调查或观察所得的资料，予以加工，对调查对象从群体角度上作出描述的统计理论与方法。

例如，对一个地区人群调查某一年份的人口总数、出生和死亡数，用出生率、死亡率、人口自然增长率、婴儿死亡率等数值对这个地区人群的生、死情况和健康状况，作出描述。对群体的描述，是进一步统计分析的基础。比如说，要研究采用避孕措施对控制人口的影响，实施预防接种对减少婴儿死亡率的作用，就要用描述统计中的生育率、婴儿死亡率进行比较。

描述性统计的内容，包括变量的频数分布、变量的集中特征与离散特征的描述指标，统计分析结果用图、表表达。

频数分布

在一组观察值中，把各个观察值出现的次数予以描述，就是频数分布(freguency distribution)。从频数分布中，可知哪些数值较常出现，哪些少见。

168名40岁男性农民血清胆固醇含量的频数分布表

胆固醇mmol/L	频数	%
2.125—	6	3.6
2.500—	21	12.5
2.875—	31	18.5
3.250—	35	20.8
3.625—	34	20.2
4.000—	16	9.5
4.375—	17	10.1
4.750—	8	4.8
合计	168	100.0

要描述一组观察值的频数分布，一般先作频数分布表，然后作频数分布图。频数分布表的制作是，找出全部观察值的最大值和最小值，把从最小值到最大值的数值等距离分成若干组，标明每组的上限值和下限值，然后将全部观察值归到各组中去，记下各组出现的频数及其百分比(表)。

将频数分布表中的结果，按数值大小的尺度作为横轴，频数或它的百分数作为纵轴，作成的图(图 1)，就是频数分布图，又称直方图。

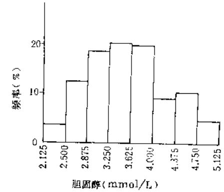


图 1 168 名 40 岁以上男性农民血清胆固醇的频数分布图

生物医学研究对象的观察数据，常呈中间频数较多，左右两端尾部较少的单峰分布。有两个峰的分布极为少见。如果分布是中间高，两端低，左右两侧对称，呈钟形时，这种分布常可用正态分布表示(图 2)。

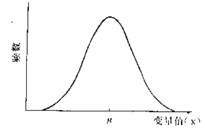


图 2 标准正态分布

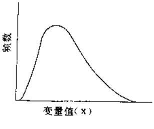


图 3 正偏态分布

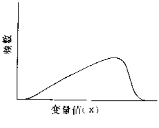


图 4 负偏态分布

如果分布形状不对称，高峰偏左边，右侧尾部较长，称为正偏态分布(图 3)；反之，高峰偏右边，左侧尾部较长，称为负偏态分布(图 4)。偏态分布很难用一个数学公式来概括。

正态分布：如频数分布符合下一公式，或与下函数式相接近，则可认为符合或接近正态分布。正态分布的算式为：

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

式中X为变量的尺度，f(x)为纵轴尺度(称为概率密度)。μ为平均数，σ为标准差，分别决定这条正态分布曲线的位置和形状。

统计指标

统计指标是指对一群体的分布特征用数值进行的描述。在统计理论上，把全部被研究对象称为总体(population)，某个总体可有一些数值(统计指标)描述其特征，这些统计指标或特征值称为参数(parameter)。如果研究目标的总体包含的个体量非常大，不可能直接测定，则可从样本数据作出估计。

用一些函数把样本数据进行统计加工，而得各种统计量(statistics)。统计量主要指函数本身，也包括参数的估计值。

对定量数据，用算术均数、中位数、众数、几何均数和调和均数等来描述测值的集中趋势；用极差、百分位数间距、标准差和变异系数描述其离散程度。描述定性数据的特征常用相对数，一般有率、构成比、比率等。

这里介绍的常用统计指标，除标准差外，均以统计量形式表示。

算术均数(arithmetic mean, $\bar{X}$) 或称为均数，指从一个总体或从中抽取的样本，测得的某种特征量的代表值，用来表示一批数据的集中趋势。其数学意义是将所有数值相加，再除以数值的个数，即

$$\bar{X}=\frac{\Sigma X}{n} \qquad (1)$$

式中X为变量值，n为观察对象数，$\bar{X}$为均数。上式为直接计算方法。如果同样大小的X值出现多次，可采用加权法计算：

$$\bar{X}=\frac{\Sigma fX}{\Sigma f} \qquad (2)$$

式中f为同一数值的X出现次数，称为频数，也可称为权。如为频数表数据，用组中值作为X。

在进行分析性统计处理时，算术均数是最常用的统计指标。但它受分布不对称的极端值影响较大。

中位数(median, M) 一组变量中，按数值大小排列，位于中间的一个变量的数值称为中位数。中位数不受极端值的影响，故常用于描述不对称分布数据的集中趋

势。但在分析统计处理时很少应用。

设观察对象数为n，把所有变量按数值大小排列，则中位数M的计算方法为：

当n为偶数时，中位数为第$\frac{n}{2}$个变量（以$X_{\frac{n}{2}}$表示）和第$\frac{n}{2}+1$个变量（以$X_{\frac{n}{2}+1}$表示）的平均

$$M=(X_{\frac{n}{2}}+X_{\frac{n}{2}+1})/2 \qquad (3)$$

当n为奇数时，$M=X_{(n+1)/2}$，即第$\frac{n-1}{2}$个变量的数值。

在数据已整理成频数分布表（见"频数分布"条）之后，中位数则用补插法求出　先找出第$\frac{n}{2}$个研究对象（即中位数）在哪一个组。设中位数在X_g－X_{g+1}组，其频数为f_m，以X_g表示这一组的下限，$\sum_{<g}f$为小于X_g的累计频数，i为组距，则中位数为

$$M=X_g+\left(\frac{n}{2}-\sum_{<g}f\right)\frac{i}{f_m} \qquad (4)$$

众数（mode, Mo）　一组变量中出现频数最多的变量值，即频数分布图上相应于峰值位置的变量值。

一般说来，一批同质变量的分布中只有一个峰，众数只有一个。

有时也可见到一批变量的分布有二个峰值。这种分布就称为双峰分布。在这一分布中，可得两个众数。遇到这种现象，就应考虑这批数据有可能是从两种不同分布总体中抽出的混合样本。有时，可发现有很多峰值，这一般是由于样本含量过少、分组过细所致。减少组数或增加样本含量可避免此现象。

众数的确切数值在连续型数据中很难从原始数据计算而得，一般是从频数分布中用目测法决定或以出现高峰一组的组中值代表。在离散型定量数据一般易用目测法得出。因此，众数在流行病学实际工作中较常用，如确定某一疾病暴发的高峰。

在呈正偏态的分布中，众数在最左边，中位数居中，算术均数在右边（图1）。中位数与众数的距离约为中位数与算术均数距离的2倍，按此得出估计众数Mo的经验公式：

$$Mo=3M-2\bar{X} \qquad (5)$$

在正态分布中，众数等于中位数和算术均数（见图2）。

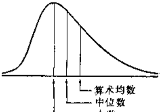


图1　呈正偏态分布变量的算术均数、中位数和众数

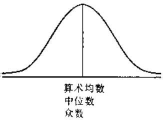


图2　呈正态分布变量的算术均数、中位数和众数

几何均数（geometric mean, G）　用来表示呈偏态分布，尤其是对数（或近似对数）正态分布变量呈集中趋势的统计指标。其数学意义为n个变量的乘积开n次方的根值，即

$$G=\sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n} \qquad (6)$$

在具体计算时，将变量转换为对数值后，计算算术均数，再取反对数而得

$$G=\log^{-1}\left(\frac{1}{n}\Sigma\log X\right) \qquad (7)$$

当描述一组具有倒数或分数的变量值时，例如血清抗体滴度或一些呈偏态分布的变量，几何均数比算术均数更常用和更有代表性。

例1　现测得5名曾患过流行性感冒病人的血清抗体滴度分别为1∶10，1∶100，1∶100，1∶10 000和1∶1 000 000，试计算其平均滴度

这是一组具有倒数的变量值，故用几何均数计算。将其倒数值代入式(7)，得

$$G=\log^{-1}[1/5(\log 10+\log 100+\log 100+\log 10\,000+\log 1\,000\,000)]=1\,000$$

故该组病人流行性感冒血清抗体滴度平均各1∶1 000。

调和均数（harmonic mean, H）　变量变换后再计算其算术均数的另一种方法。调和均数是变量倒数的均数，再取其倒数的值，即

$$H=\frac{1}{\frac{1}{n}\Sigma\frac{1}{X}} \qquad (8)$$

在医学统计上，调和均数应用较少。

率（rate）　一种相对指标，例如某单位人口中在某时点或某段时间内发生某事件的次数。这一指标表示某事故发生的频度，如患病率、发病率。

构成比（percentage, proportion）　一组事物、可按某种特征，分为若干类，具有某一特征的事物数占全部事物数的比重，以百分数表示，称为构成比。

具有某类特征事物的构成比

$$=\frac{\text{有某一特征事物数}}{\text{全部事物数}}\times 100\%$$

当按某种特征分为若干类时，应注意必须是互不相容的。例如、死亡者按不同死亡原因分类，每一死亡者只能归到一种死因。如果一个死亡者有两个死亡原因，那么只能按一种死因分类，如按主要死因（或直接死因，或根本死因）归类。

比率（ratio或比例）　两个有关事物出现次数之比。分子表示甲事物的出现次数，分母表示乙事物的出现次数，比率则表示以乙事物出现次数为单位，衡量甲事物出现的强度。如一地区某年份的出生性别比，分子为该年出生男婴人数，分母为该年女婴出生人数。此比值×100

后，表示每100个女婴出生时，同时出生的男婴人数，在生命统计中特称为性比例(sex ratio)。

极差(range) 一组变量中，数值最大的变量与数值最小的变量之差，称为极差或全距。

极差是用来表示一组变量离散程度的统计指标之一。由于极差只用到一组变量中最大、最小两个变量；而这两个变量不很稳定，造成极差值本身不稳定和有较大的抽样误差。极差又与样本的含量有关，随样本含量增大而有可能增大。因此它不如标准差常用。

百分位数间距 百分位数是一种位置指标。一个百分位数将总体或样本的全部观察值分为两部分，理论上有x%的观察值比它小，有(100－x)%的观察值比它大。同一资料中某两个百分位数之差称百分位数间距，用来表示变量的离散程度，常用的有半四分位数间距。

半四分位数间距(semi-inter quartile range) 第75%百分位数减第25%百分位数的半值，即

$$QD=\frac{1}{2}(Q_3-Q_1) \tag{9}$$

式中QD为半四分位数间距，Q_3为第75%百分位数，Q_1为第25%百分位数。

半四分位数间距是表示包括25%到75%范围内变量值离散程度的一个统计量，其性质与极差类似，但间距比极差小，故稳定性相对好些。

标准差(standard deviation) 描述变量离散度的指标，其大小反映一组变量离散程度的大小。由一组N个变量构成的总体，其均数用μ表示，其标准差用σ表示。标准差σ的计算为：

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum(X-\mu)^2}{N}} \tag{10}$$

X代表变量，一组变量X_1、$X_2\cdots X_N$共有N个。

式(10)的$\sum(X-\mu)^2$称为离均差平方和，共N个$(X-\mu)^2$相加。此值用N平均后，得到的数值称为方差，或变异数。所以这里所谓方差，是离均差平方的平均值的简称，也可称为均方差。标准差是均方差的平方根，也称为根均方差。

从样本中的变量，计算出均数μ的估计值用$\bar{X}$表示，标准差σ的估计值用s表示，则s可用下式估计：

$$s=\sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}} \tag{11}$$

与计算算术均数相似，标准差也可用加权法计算，计算式为

$$s=\sqrt{\frac{\sum f(X-\bar{X})^2}{\sum f-1}} \tag{12}$$

式(11)中n为样本含量，n－1为自由度。式(12)中f为同一数值出现的次数。

在具体计算时，式(11)中$\sum(X-\bar{X})^2$可用$\sum X^2-(\sum X)^2/n$代替，式(12)中$\sum f(X-\bar{X})^2$可用$\sum fX^2-(\sum fX)^2/\sum f$代替，使计算步骤简便。

当把观察值编成频数表后，可用简捷法计算标准差。其计算步骤为：

(1) 在频数表中，以各组中值(两个相邻组下限值的平均)代表本组各观察值。

(2) 选频数较多而居中一组的组中值为假定均数X_0，然后将组中值X按式(13)变换为缩简值x。

$$x=\frac{X-X_0}{i} \tag{13}$$

式中i为组距。

(3) 求各fX和fX^2值(或fx和fx^2值)。

(4) 按式(14)计算标准差。

$$s=i\sqrt{\frac{\sum fx^2-\sum(fx)^2/\sum f}{\sum f-1}} \tag{14}$$

用式(14)计算出来的s值，平均说来比σ值稍小。它不是一个无偏估计。可乘以校正值C_n予以校正。C_n的计算方法为：

$$C_n=\left(\frac{n-1}{2}\right)^{1/2}\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)\Big/\Gamma\left(\frac{n}{2}\right) \tag{15}$$

$$s_c=s\cdot C_n \tag{16}$$

$\Gamma(\cdot)$为伽玛函数其值可查附录四表48。当$n\geq 30$时，$C_n\leq 1.0086$，是一个很接近1的数值，用下一校正值已够准确：

$$C_n\approx 1+\frac{1}{4(n-1)} \tag{17}$$

由于标准差考虑了每个观察值与均数的差距，其反映观察值离散程度的代表性较好，故应用最广。标准差除用来表示离散程度外，还可用于：结合均数描述正态分布的特征，计算标准误。

变异系数(coefficient of variation, CV) 标准差与均数的比值，以百分数表示。

$$CV=\frac{s}{\bar{X}}\times 100\%$$

168名40岁以上男性农民血清胆固醇含量

胆固醇(mmol/L)	频数 f	累计频数	组中值 X	缩简值 x	fx	fx^2
2.125-	6	6	2.3125	−3	−18	54
2.500—	21	27	2.6875	−2	−42	84
2.875—	31	58	3.0625	−1	−31	31
3.250—	35	93	3.4375	0	0	0
3.625-	34	127	3.8125	1	34	34
4.000—	16	143	4.1875	2	32	64
4.375-	17	160	4.5625	3	51	153
4.750—	8	168	4.9375	4	32	128
合计	168 ($\sum f$)				58 ($\sum f$)	548 ($\sum fx^2$)

变异系数是以均数为基数来衡量标准差大小的统计量。变异系数大，表明变量的离散程度大。它没有衡量单位，因此，消除了原资料平均水平不同的影响。常用于：①

比较均数相差悬殊的几组资料的离散程度。如人体发育期某些指标的均数与标准差往往随着年龄的增大而增大,似乎年龄大,指标变异亦大。但若用变异系数分析,就可以看出青春发育期比其他年龄组的变异度大。②比较度量衡单位不同的几组资料的离散程度。如比较某人群红细胞数(10^{12}/L)和血红蛋白(g/L)两种血象指标的变异度。

例2 测得某地168名40岁以上男性农民血清胆固醇的结果,列成频数表如下,试计算其算术均数、中位数、众数、半四分位数间距和标准差。

(1) 算术均数:用组中值X和频数f代入式(2).

$$\bar{X}=(2.3125\times6+2.6875\times21+3.0625\times31+3.4375\times35+3.8125\times34+4.1875\times16+4.5625\times17+4.9375\times8)/168=3.567.$$

(2) 中位数:$X_L=3.250$, $\sum_{<L} f=58$, $i=0.375$, $f_m=35$,代入式(4),得

$$M=3.250+(168/2-58)\frac{0.375}{35}=3.529$$

(3) 众数:频数出现最多的在3.250组段上,取其组中值,故众数为3.4375。

(4) 半四分位数间距:

$$第25\%位数=2.875+(168\times25\%-27)\frac{0.375}{31}=3.056$$

$$第75\%位数=3.625+(168\times75\%-93)\frac{0.375}{34}=3.989$$

代入式(9)

$$QD=1/2(3.989-3.056)=0.933$$

(5) 标准差:用表中合计数代入式(14)

$$s=0.375\times\sqrt{\frac{548-(58)^2/168}{168-1}}=0.667$$

统计表

统计表(tabular representation of data)是数据的一种表达形式,用来简洁地说明事物的分布、变化趋向,进行各类事物的比较,阐明事物间联系等。常是研究报告或论文的一个重要部分。

完整的统计表,包括表题、表体和附注。表体又包括横标目、纵标目、线条和统计数据。制作统计表的要求为:

(1) 按不同的主题列出不同的统计表。各种统计表分别叙述各种问题。统计表一般提供与研究结果有关的数据。

(2) 表题一般放在表体的上面。有表的编号。表题应该用简练文字说明哪些研究对象,用什么统计数据,说明什么问题。如系调查而得的数据,往往写明调查的地点与时间。

(3) 表体中有横标目、纵标目、线条和数据。数据是主要的,标目是用来说明数据的。每一个数据有纵、横两个方面说明其名称和归属性。纵标目放在表的第一行,横标目放在表的左端一列。数字的排列要求整齐,同类数据取相同的小数位数。每列数据从个位数起排齐。表内每一格数据最好无缺漏,如有缺漏用"—"补上,在附注中说明原因。数据为0值时,写明0值,不能用"…"代替。数值为统计量的取值时,如与对照值相比有显著差别,可打"*"号表示其显著性($P<0.05$),打"**"表示非常显著($P<0.01$)。

表格尽量少用线条。现在已不用斜线和竖线。横线也只放表的上方、下方,中间只放少量,用以隔开标目和数字、分层次的标目、分组数据与合计。

(4) 附注:表题不能太长,部分的必要说明在附注中补充。表体中部分标目和数据与一般有区别,可将这些标目和数据打上*号,在附注中加以说明。

统计图

将统计分析结果用图形来表达,以说明事物的分布、变化趋向;表达各类事物的比较或事物间的联系等。这种图形称为统计图(statistical graph)。统计图是统计研究结果表述方式之一,它与统计表一样,有习惯的类型与制作方法。

完整的统计图包括图题、图体和附注等部分。图体有不同的类型,分别用点、线条、面积、色泽表示统计量大小及其变化趋势或位置。

制作统计图的要求为:

(1) 不同的统计数据选择适当的统计图来表达。

(2) 图形能一目了然地反映其含义。制图时必须注意不要制作可引起误解的图。例如,统计分析结果为两个无显著差别的事物,而统计图则制成使人感到有很大差别的图形。

(3) 图题一般放在图的下方,用简洁文字表述。调查所得数据,注明地点与时间。

(4) 图中标尺,横向从左到右,纵向从下到上,标出尺度。算术尺度中相同单位必须等距,对数尺度按对数值大小划出尺度。

(5) 统计图中有时用不同的颜色、散点或平行线条的密集度、虚线实线等来区别不同事物或不同数量。这时对所有的符号在图上注明,即为图例。

(6) 附注放在图题下面,对图作必要的主题说明。

条图 以等宽长条的长短来表示指标数量的大小,用于性质相似的间断性资料的比较。有单式条图如图1,复式条图如图2,分段条图如图3。可以绘直式,也可绘横式。绘制时,各长条要有共同的基线,不能用圆弧作基线。表示指标数量的尺度必须从零点开始,一般要等距,不宜折断,否则会改变各长条长短的比例,使人产生错觉,如图4。长条间的间隔要一致,宽度约为长条宽度的1/2~1倍。各长条应按自然顺序排列,若无自然顺序则按长条的长短顺序排列。复式条图的有关长条可并列在一组,不留空隙,但各组内长条的排列顺序应一致,便于比较。

百分条图 以长条的面积为100%，条内各段的面积为相应部分所占的百分比。绘制时，在长条旁画一与长条平行并等长的标尺，尺度为0—100。然后按各部分所占的百分比，从大到小(或按自然顺序)把长条分成若干段。各段用简单文字、不同颜色或线条表示，并标出所占的百分比。若比较几个性质类似的百分构成时，可在同一基线上画几个长条，但每一长条内各段的排列顺序应相同，各长条之间留适当的空隙，如图5。

圆图 以圆面积为100%，圆内各扇形面积为各部分所占的百分比，用来表示全体中各部分的构成。各扇形面积以圆心角来划分，如图6。3.6是每1%相当的圆心角度数。圆内各部分按事物自然顺序或按百分比的大小顺序排列，一般以时钟9点或12点的位置作始点，顺时针方向排列。图上可注明简要文字和百分比，也可用不同颜色或线条表示，用图例说明。如果需要比较性质类似的几组资料的百分构成，可绘几个直径相等的圆，加以比

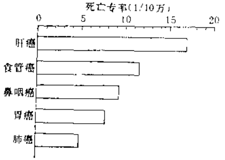


图1 五种恶性肿瘤的死亡专率(广东省，1973—1975年，男)

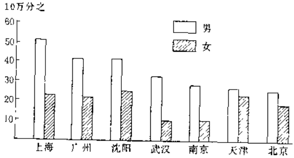
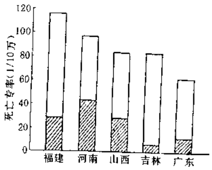


图2 七个城市肺癌死亡专率(1982)



(长条上段示恶性肿瘤，下段示食管癌)

图3 五个省恶性肿瘤与食管癌的死亡专率(1973—1975年)

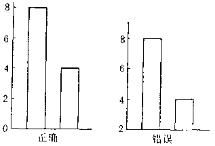


图4 纵轴尺度起点必须为零示意图

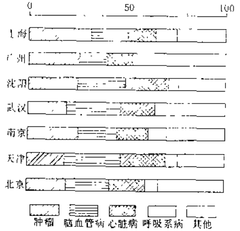


图5 七个城市男子四种死因死亡占总死亡百分比(1982)

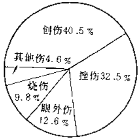


图6 某市1972年机械工业生产外伤病例的构成

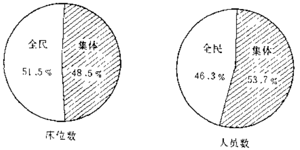


图7 1982年全国农村不同所有制卫生院床位、人员数的比重

较，如图 7。但各圆内各部分的排列次序应一致（此时有的圆内各部分可能不是按百分比大小顺序排列），以便比较。

线图 用线段的上升、下降来说明某事物在时间上的发展变化，或某现象随另一现象变迁的情况，适用于连续性资料。纵、横轴都是算术尺度的称普通线图，如图 8。纵轴一般表示数量如率、频数等，其尺度可不从零点开始。横轴表示时间、其他数量或组段，应以同样的距离表示相等的时期或数量。横轴如果是组段，只需标明各组段的起点。组段较细时，可隔适当距离标一数值，不必逐段标明。纵、横轴长度的比例一般约 5∶7 为宜。同一图内线条不宜太多，有两条或两条以上的线条时，要用不同颜色或线段（如实线、断线、点线等）加以区别，并用图例说明。

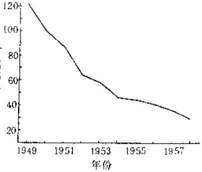


图 8 某地 1949—1958 年婴儿死亡率（‰）

半对数线图 又称算术对数线图，是纵轴为对数尺度、横轴为算术尺度的线图。在对数尺度上，同样的增长（或下降）速度其距离的改变相等，如图 9 中发病率由 4‰降至 2‰的距离和由 40‰降至 20‰的距离相等，因此常用半对数线图比较事物的发展速度。绘图时，若用半对数纸，则按数据大小作线图；若无半对数纸，则可将数据化为对数，然后用方格纸作图，图形与用半对数纸绘

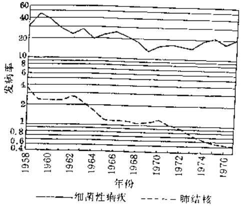


图 9 某地 1958—1977 年细菌性痢疾与肺结核的发病率（‰）

的相同。

散点图 用点的位置表示两变量间的数量关系和变化趋势。其绘制法与线图同，只是点与点之间不用直线连接，如图 10

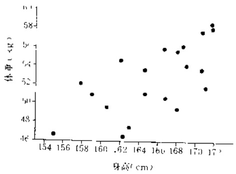


图 10 某地 20 个男子身高体重相关图

直方图 又称频数分布图。以各矩形的面积表示各组段的频数，各矩形面积的总和为总频数，用以表示连续性资料的频数分布，如图 11。其纵、横轴都是算术尺度，并要求以相等的距离表示相等的数量。纵轴为频数或频

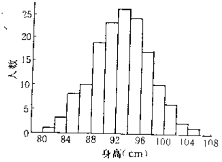


图 11 某市 3 岁女童 150 人的身高分布

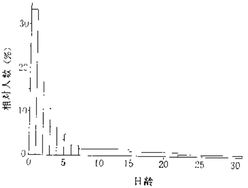


图 12 上海市区新生儿死亡按日期分布的构成比（1982 年）

率，尺度应从零开始。横轴为组段，通常只标出各组段的下限及最大组段的上限。若各组段的组距不等，应以各组段组距除该组段频数之商为矩形的高度，以该组段组距为矩形的宽度，使矩形的高乘宽的面积等于该组的频数，如图12。

多边图 是直方图的另一表达形式，绘制时在各组段中点的垂线上点出该组段的频数或频率，然后连接相邻各点而成，如图13。它和线图不同之处，是以曲线下的面积表示频数，因此，纵轴必须从零开始；而线图中曲线下的面积是没有意义的，纵轴可以不从零开始。

统计地图 统计地图是用点、线、颜色、形象等表示事物数量地理分布的地图。

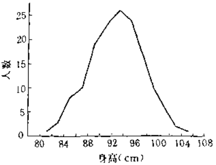


图13 某市3岁女童150人的身高分布

假设检验

假设检验

假设检验(hypothesis testing)是以样本数据为依据，对两个对立的假设作出拒绝哪一个、接受哪一个的决策的统计分析。这两个对立假设分别称为原假设(null hypothesis, H_0)和备择假设(alternative hypothesis), H_1)。原假设是主要受到检验的假设。如果统计分析结果拒绝原假设，则只有接受备择假设；如果统计分析结果不拒绝原假设，则不接受备择假设。在进行假设检查时，须设立一个原假设、规定显著性水准及双侧还是单侧检验。

原假设 又称为无效假设，有着"无差别"或"无效应"的意思，即各个样本所代表的总体之间，或样本所代表的总体与已知总体之间，在某些方面，如参数、分布、随机性等方面，是无差别的。在作假设检验时，尽管研究目的是想知道不同样本所代表的总体之间是有差别的，但还是要将无差别作为原假设。例如，研究目的是想阐明新预防措施可减少某疾病的发病，也就是说老预防措施下的发病率与新预防措施下发病率是不同的，而在假设检验中，必须先把两个样本所代表的总体是无差别的作为原假设。只有分析结果拒绝原假设，才能推断新预防措施实施后可降低发病率的推断。

显著性水准(significant level) 又称检验水准，是把无差别的事物推断为有差别的概率的一个人为的界值，用α表示。假设检验中有一个拒绝原假设或不拒绝原假设的决策过程，其决策原则是凭概率来作出的。在这一决策过程中，必须计算出在总体中抽取的所有可能出现的样本中出现现在样本统计量的值和比它更极端的数值的概率P为多少，然后将这个P值与α值相比。如果实际上的P值大于α值(如$\alpha=0.05$)，则作出不拒绝原假设的决策；如果P值小于或等于α值，则作出拒绝原假设的决策。习惯上把α定为0.05，也可以定为0.01，或其他的数值。α值定得越低，表示下错误推断的可能性越小，结论越可靠。

双侧尾部检验和单侧尾部检验 简称双侧检验和单侧检验。所谓单侧检验，是指根据可能出现的统计量样本频数分布图，只考虑一侧尾部频率面积是否超过α值来作出决策的假设检验。双侧检验则是根据频数分布图两侧尾部的频率面积是否超过α值来作出决策的假设检验。例如，在两样本均数作比较时，若要求推断两组总体均数有无差别，这就包括甲组均数高于乙组和乙组均数高于甲组两种不同的情况，应该用双侧尾部检验；若仅要求推断甲组均数是否高于乙组(即从专业知识上讲，甲组均数不会比乙组低)，就可用单侧检验。

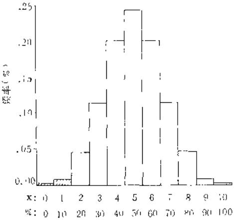
例 某地成年男子中吸烟者占50%。开展了不吸烟宣传教育之后，在该地随机抽取10个成年男子，调查是否吸烟，以评价不吸烟宣传教育的效果。调查结果是10人中有1人吸烟。问是否可认为宣传教育见效？

10人中1人吸烟，吸烟者占10%，比原来50%人吸烟要低。但从10人的调查得到的吸烟人数百分比仅是一个样本值，这一样本

也可能是从$\pi=0.5$的总体中抽出的，因此，要统计检验后才能下结论。

设π_0为已知总体吸烟人数的百分比，即$\pi_0=0.5$；π为样本所来自的总体的吸烟人数百分比。原假设H_0则为$\pi=\pi_0$，备择假设H_1为$\pi\neq\pi_0$。从样本得到的吸烟人数百分比(10%)是一个统计量。如果这个统计量可能从$\pi=0.5$总体中出现的概率高(比如大于0.05)，则不拒绝H_0；否则可拒绝H_0。

根据二项分布的原理，可计算出在$\pi_0=0.5$的总体中得到样本统计量(吸烟人数百分比)$=0.1$的概率和比这一统计量更小的概率。计算方法参见"二项分布数据假设检验"条，这里把结果列出如图。



在$\pi_0=0.5$总体中抽$n=10$样本，所有可能出现样本的频数

有斜线的直条是全部可能出现样本中吸烟者%低的样本出现概率，有点的直条是吸烟者%高的样本概率，通称为两侧尾部

从图中可看出样本统计量（吸烟百分比为0.10）的频率为0.010，出现比样本统计量(0.10)更极端的统计量(0)的频率为0.001，两者相加为0.011。这就是所谓的尾部面积，也就是出现样本统计量及比它更极端值的概率P。

如果认为进行不吸烟的宣传教育不可能使吸烟人数增多，则进行单侧检验。现确定显著性水准$\alpha=0.05$，所计算的$P<\alpha$，所以在作推断决策时，拒绝H_0，可认为通过不吸烟的宣传教育后，吸烟人数比原来减少了。

自由度

自由度(记作ν)泛指事物在N度空间中能自由活动的度数。如鱼在水中可上下、左右、前后自由游动，因此鱼在三度空间游动有三个自由度。如增加一个限制条件："只能在水面游动"，那么鱼就失去了上下游动的自由，只有两个自由度了。在数学中，自由度指能自由取值的变量个数，如在$X+Y=5$中，只有一个变量能自由取值，这时$\nu=1$。在数理统计中，自由度指计算某一统计量时，取值不受限制的变量个数。

计算自由度的一般公式为

$$\nu=n-k$$

式中n为样本(可看成由n个变量的取值所组成)含量；k为这n个变量中被限制的条件数，即被限制的变量个数，或计算某一统计量时需用到其他独立统计量的个数。现举几个常用统计量的自由度之算法说明如下：

统计量	用到其他独立统计量的个数	自由度计算式
方差(无偏估计)，s^2	1个，即$\bar{X}$	$n-1$
两样本均数差的标准误，$S_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$	2个，即$\bar{X}_1$，$\bar{X}_2$	n_1+n_2-2
直线回归的剩余标准差，$S_{y \cdot x}$	2个，即$\bar{Y}$，b	$n-2$
两样本回归系数差的标准误，sb_2-b_1	4个，即$\bar{Y}_1$，b_1，$\bar{Y}_2$，b_2	$n-4$
单因素k个样本均数比较时，方差分析的误差，$MS_{组内}$	k个，即$\bar{X}_1$，$\bar{X}_2\cdots\bar{X}_k$	$n-k$

样本与总体比较

总体(population)是指性质相同的研究对象中所有观察单位某变量值的集合。在生物医学和公共卫生学的研究中，总体一般是假设的对象，由为数众多同质的个体所组成。理论上假定的总体含量非常之大，很难全部测量到。因此，在实际工作中，可把过去大量调查而得的统计量作为总体的参数。在假设的条件下，由推理而定的数值，也可作为总体的参数。例如，研究上下午都占同样工作时间的工人发生外伤是否在下午较多。在统计假设中，可设上下午发生工伤的概率是一样的，即下午发生工伤占全天工伤的比例，可定为0.5，这0.5则作为总体参数的数值

从总体中随机抽取部分观察单位某变量的实测值，则构成该总体的样本(sample)。抽样研究的目的是由样本信息推论总体。但由于存在抽样误差，样本的统计值与总体的参数不一定相等。为了研究一个样本是否来自某一总体，必须进行统计推断。用于这一目的的统计假设检验，有t检验、Z检验、中位数检验以及符号秩和检验等，各有适用的场合。t检验是用于符合正态分布变量的样本均数与已知总体均数比较的最常用的方法；当样本含量较大或总体方差已知时，可用Z检验。当需比较样本率与总体率(π_0)时，若π_0很小，用Poisson分布原理作检验；若π_0不太接近0或1时，用二项分布原理作检验；当样本含量足够大时，二项分布逼近正态分布，可用Z检验。如果分布呈明显偏态或分布不清，推断样本的中位数是否来自已知中位数的总体，则用中位数检验或符号秩和检验。

t检验　应用t检验的条件是研究对象的观察值必须是服从正态分布$N(\mu,\sigma^2)$的定量数据。

已知总体均数为μ_0，样本的均数为$\bar{X}$，样本的标准差为s，样本含量为n，用式(1)计算出t值。检验时假设$\mu=\mu_0$。这一假设称为原假设或无效假设(H_0)，与原假设相反，称为备择假设(H_1)。

$$t=\frac{|\bar{X}-\mu_0|}{s/\sqrt{n}} \quad (1)$$

t服从自由度$\nu=n-1$的t分布。

从t分布临界限表(附录四表15)查出自由度为n-1，P=0.05的$t_{0.05,n-1}$值。将计算所得的t值与$t_{0.05,n-1}$值相比，如$t<t_{0.05,n-1}$，即$P>0.05$，结论为接受原假设。如$P<0.05$，则拒绝原假设。

例1 根据大量的调查，已知一般健康成年男子脉搏均数为72次/min，某医生在山区随机抽查25名健康成年男子，求得其脉搏均数为74.2次/min，标准差为6.5次/min。能否据此认为山区成年男子脉搏与一般健康成年男子相同？

把一般健康男子脉搏均数作为总体均数。由于样本仅有25人，且总体方差σ^2不清楚，故用t检验。

现假设，H_0: $\mu=72$; H_1: $\mu\neq72$。确定检验水准$\alpha=0.05$。

已知$\mu_0=72$, $\bar{X}=74.2$, $s=6.5$, $n=25$，代入式(1)

$$t=\frac{74.2-72}{6.5/\sqrt{25}}=1.692$$

$$\nu=25-1=24$$

查t分布临界限表(双侧)，得$t_{0.05,24}=2.064$。本例$t=1.692<t_{0.05,24}$。$P>0.05$。按$\alpha=0.05$水准，接受H_0。故不能认为该山区健康成年男子脉搏数与一般成年人不同。

Z检验 当变量服从正态分布、总体方差σ_0^2已知时，可按下式

$$Z=\frac{|\bar{X}-\mu_0|}{\sigma_0/\sqrt{n}} \quad (2)$$

计算Z值。Z服从正态分布N(0,1)，查Z的P=0.05时的临界值，$Z_{0.05}$为1.96。若计算所得的Z值小于1.96，不拒绝原假设，若Z大于1.96时，拒绝原假设。

当变量是定性数据时，设已知总体的参数值为一百分数(π_0)，从样本中计算所得的百分数为p。样本含量为n。

在$n\pi_0$及$n(1-\pi_0)\geqslant5$的条件下，p与π_0之间的比较，也就是，设样本抽自百分数为π的总体，原假设为$\pi=\pi_0$的检验，也可用Z检验。

从已知π_0, p和n，可用下式计算Z值。

$$Z=\frac{|p-\pi_0|-0.5/n}{\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)/n}} \quad (3)$$

$$\text{或}Z=\frac{|X-n\pi_0|-0.5}{\sqrt{n\pi_0(1-\pi_0)}} \quad (4)$$

上式中X表示含量为n的样品中阳性数，检验结果的判断如上。

例2 根据以往的经验，传统法治疗肺炎退热的平均日数为6.3天。某医师创用新疗法观察100例，退热平均日数为5.3天，标准差为1.1天，问新疗法治疗效果是否与传统疗法相同？

传统疗法是长期累积的经验，可当作总体均数μ。由于样本含量有100个，属大样本，故用Z检验。

假设H_0: $\mu=6.3$, H_1: $\mu\neq6.3$, $\alpha=0.05$。

已知$\mu_0=6.3$, $\bar{X}=5.3$, $S=1.1$, $n=100$。用样本标准差s代替总体标准差σ_0，代入式(3)，得

$$Z=\frac{|5.3-6.3|}{1.1/\sqrt{100}}=9.09$$

Z(0.05，双侧)=1.96，Z(0.01，双侧)=2.58。本例Z>Z(0.01，双侧)，故P<0.01。按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，可以认为样本均数与总体均数的差异有显著性意义。假如临床设计合理，病例选择遵从随机抽样原则，则可以说新疗法的退热效果优于传统疗法。

例3 据临床经验认为，一般的胃溃疡患者有20%会出现胃出血症状。某医院观察了304例65岁以上的胃溃疡病患者，其中96例发生胃出血，占31.58%，问老年患者是否较一般患者出血比例高？

本例样本含量属大样本，且率又不太小，可用Z检验。

假设H_0: $\pi=\pi_0$; H_1: $\pi>\pi_0$(因老年患者胃出血率不会低于一般人)。单侧$\alpha=0.05$。

已知$\pi_0=0.2$, $p=0.3158$, $n=304$, $X=96$，代入式(3)，

$$Z=\frac{|0.3158-0.2|-0.5/304}{\sqrt{0.2(1-0.2)/304}}=4.98$$

或按式(4)，

$$Z=\frac{|96-304\times0.2|-0.5}{\sqrt{304\times0.2(1-0.2)}}=4.98$$

查Z临界值表(附录四表13)。$Z_{0.05}$单侧=1.65，$Z_{(0.01,\text{单侧})}=2.32$。本例Z>Z(0.01)，P<0.01。按$\alpha=0.05$水准拒绝$H_0$，接受$H_1$，故可认为老年胃溃疡者较一般患者容易出血。

中位数检验 只能获得总体的中位数时，可应用非参数统计方法进行中位数检验。当数据分布不服从正态分布时，从观察值为定量数据的样本推断其是否从这已知总体中随机抽出。中位数检验的步骤是，将样本中各变量值与已知总体中位数值相比，得出有多少个变量小于中位数，其个数以a表示。有多少个变量大于中位数，其个数以b表示。中位数检验的基本原理同配对数据的χ^2检验(见"配对数据比较"条)。

计算时假设样本来自这个已知中位数的总体。用下式计算χ^2值。

$$\chi^2=\frac{(|a-b|-1)^2}{a+b} \quad (5)$$

这时χ^2服从自由度为1的χ^2分布

如所得的χ^2值<$\chi^2(1,0.05)$(当自由度为1时，$\chi^2_{(1,0.05)}$为3.84)，则不拒绝原假设。如所得的χ^2值>3.84，则拒绝原假设。

符号秩和检验 一种数据分布未知非参数统计方法。具体作法如下：将样本中各变量值与已知总体中位数值相减，按差值绝对值的大小编成秩次，将正差值的秩次、负差值的秩次分别相加得正秩次和与负秩次和。取其中较小者记为T。查符号秩检验T临界值表(附录四表24)，得有显著意义的界限值，如T小于或等于比值，表示有显著意义。

n>50时，用下式求出T值的均数、标准差，并从实际T值计算出Z值。

$$\mu_T=\frac{n(n+1)}{4} \quad (6)$$

$$\sigma_T=\sqrt{\frac{n(n+0.5)(n+1)}{12}} \quad (7)$$

$$Z=\frac{|T-\mu_T|}{\sigma_T} \quad (8)$$

$Z \geq 1.96$，则$P \leq 0.05$。

这里，μ_T为T的均值，σ_T为标准误。

例4 已知某地区正常人尿氟含量的中位数为0.045mmol/L。今在该地某厂随机抽取12名工人测尿氟含量（见表），问该厂工人尿氟是否高于当地正常人？

H_0：总体中位数等于0.045；H_1：总体中位数大于0.045。单侧$\alpha=0.05$。

现用中位数检验法。

12名工人尿氟含量及符号秩和检验计算

尿氟含量(mmol/L) (1)	差值[(1)−0.045] (2)	秩次 (3)	
0.044	0.001	−1.5	
0.045	0		
0.046	0.001		+1.5
0.049	0.004		+3
0.051	0.006		+4
0.053	0.008		+5
0.055	0.010		+6
0.057	0.012		+7
0.063	0.018		+8
0.067	0.022		+9
0.071	0.026		+10
0.096	0.031		+11
		−1.5	+64.5

现总体中位数为0.045。样本中小于0.045有1个观察值，大于0.045有10个观察值，故a=1，b=10，代入式(5)，得

$$\chi^2=\frac{(|1-10|-1)^2}{1+10}=5.82$$

$\nu=1$，$\chi^2_{0.05,1}=3.84$。本例$\chi^2>\chi^2_{0.05,1}$，故$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准，拒绝H_0，接受H_1，可认为该厂工人尿氟含量高于当地正常人。

若用符号秩和检验，先把各观察值与总体中位数相减，得差值列于表中的第(2)列；将正负差值分别编秩后相加，得表中第(3)列；取秩和小的值作T值，故T=1.5。查附录四表24，$T_{0.05}=13$。本例$T<T_{0.05}$，$P<0.05$，结果与上式计算结论相同

两组样本比较

两组样本比较的目的是推断各自代表的总体的均数（或率）是否相等。定量数据一般用t检验；两个样本方差不齐的数据用t′检验；二分类定性数据用χ^2检验、Z检验或G检验，样本含量甚小时可用四格表确切概率法；秩和检验适用于等级数据或分布不明的定量数据的比较。

t′检验 当两组样本的观察值（两样本例数可相等也可不相等）为来自方差齐性的两个正态总体的定量数据时，比较它们的均数，可用t检验法。步骤如下：

假设两样本所代表的总体均数μ_1与μ_2相等。

计算出两组样本的均数与离均差平方和。设两样本容量分别为n_1、n_2，其观察值分别以X_1表示第一样本的各变量，X_2表示第二样本的各变量，均数以$\bar{X}_1$、$\bar{X}_2$表示，计算合并方差s_c^2：

$$s_c^2=\frac{\sum(X_1-\bar{X}_1)^2+\sum(X_2-\bar{X}_2)^2}{n_1+n_2-2} \quad (1)$$

计算两样本均数差值的标准误$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$：

$$s_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{s_c^2\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)} \quad (2)$$

计算t值：

$$t=\frac{\bar{X}_1-\bar{X}_2}{s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}} \quad (3)$$

t服从n_1+n_2-2个自由度的t分布。

查t分布临界值表（附录四表15）与计算值比较可作出接受或拒绝原假设的推断。

方差齐性检验 在两样本的均数作比较时，为了知道两样本所代表的两个总体的方差是否相等这一条件，可用两样本的方差s_1^2和s_2^2作方差齐性检验，即检验σ_1^2和σ_2^2是否相同。

检验方法是计算两样本方差的比值，即F值。计算中，把数值较大的一个样本方差作为比值的分子，另一个作为分母。

如$s_1^2>s_2^2$，$F=s_1^2/s_2^2$，自由度为n_1-1与n_2-1。

如$s_1^2<s_2^2$，$F=s_2^2/s_1^2$，自由度为n_2-1与n_1-1。

查两样本方差齐性检验用的F界限表（附录四表19）。如结果为$P>0.05$，接受原假设，可用t检验作两样本均数的比较。如$P<0.05$，则用t′检验代替t检验。

t′检验 其步骤与t检验相似。但t′值及其界限值t_α'的计算为

$$t'=\frac{\bar{X}_1-\bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (4)$$

查$\nu_1=n_1-1$，$P=0.05$的$t_{\alpha,\nu 1}$值和$\nu_2=n_2-1$，$P=0.05$的t_α，ν_2值。然后用下式计算t'_α值：

$$t'_\alpha=\frac{t_{\alpha\nu 1}\cdot s_{\bar{x}_1}^2+t_{\alpha\nu 2}\cdot s_{\bar{x}_2}^2}{s_{\bar{x}_1}^2+s_{\bar{x}_2}^2} \quad (5)$$

把t′与P=0.05的界限值t'_α相比，可作出是否接受或拒绝原假设的推断。

四格表χ^2检验 两样本的观察值为二分类的定性数据时，可用四格表χ^2检验处理。

设甲、乙两组样本中的观察单元分为阳性与阴性两组，则可列成如下的四格表。小格中的数字a，b，c，d为相应的单元数。

假设两组的阳性率相等，$\pi_1=\pi_2$

然后计算a、b、c、d的理论频数T_{11}、T_{12}、T_{21}、T_{22}，理论频数的计算公式为：

$$T_{ij}=\frac{n_i m_j}{N} \tag{6}$$

T_{ij}表示第i行、第j列的理论频数，n_i表示第i行的合计值，m_j表示第j列的合计值。

	阳性单元数	阴性单元数	合计
甲组	a	b	n_1
乙组	c	d	n_2
合计	m_1	m_2	N

χ^2值的计算式为：

$$\chi^2=\sum\frac{(A-T)^2}{T} \tag{7}$$

式中A为在相应格中实际观察到的单元数，或称为实际频数，在这里，即a、b、c、d 4个数字。

χ^2近似服从自由度为1的χ^2分布。

四格表的χ^2值也可通过下式计算，较为简便，可不必计算理论值。

$$\chi^2=\frac{(ad-bc)^2N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \tag{8}$$

在四格表中，当有一个理论值T小于5，而大于1，且N仍相当大（N>40）时，须计算校正χ^2值：

$$\chi^2=\sum\frac{(|A-T|-0.5)^2}{T} \tag{9}$$

$$或\chi^2=\frac{(|ad-bc|-N/2)^2N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \tag{10}$$

得χ^2值后，查χ^2界值表（附录四表16），如$\chi^2>\chi^2_{0.05,1}$则拒绝原假设。否则接受原假设。

四格表的确切法检查 设四格表中四个小格的频数为a、b、c、d，在两对比组人数n_1、n_2和阳性、阴性组m_1、m_2人数不变条件下，阳性组m_1人分到甲乙两个对比组是独立的。则出现现在情况的概率为

$$P=\frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{a!b!c!d!n!} \tag{11}$$

但用作检验方法时，还要把更"极端"情况的四格表都排列出并计算出概率，这些概率之和才是单尾概率（见例4）。

如果要符合双尾检验的要求，一种可以把显著性水平定为0.025。另一种是把相应的表示另一侧尾部的四格表全部列出，算出两侧尾部面积。

Z检验 四格表数据除χ^2检验外，尚可用Z检验来处理。计算结果与χ^2检验是等价的。

Z检验的假设是$\pi_1=\pi_2$。

计算出每组的阳性率，a/n_1，c/n_2，分别以p_1、p_2代表。

计算Z值

$$Z=\frac{|p_1-p_2|}{\sqrt{p_c(1-p_c)(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2})}} \tag{12}$$

$$式中p_c=\frac{a+c}{n_1+n_2} \tag{13}$$

$Z_{0.05}=1.96$。如实际数Z大于此值，则$P<0.05$。可拒绝原假设。

秩和检验 适用于两组分布不清定量数据的比较，也适用于等级数据或已列成频数表形式的归组定量资料。

检验假设是两组样本所代表的总体的分布相同。

两样本所有观察值由小到大统一编秩，如有相同的观察值分属两个样本，各取平均秩次。

设两样本含量分别为n_1及n_2，记含量少的样本的秩和为T。

当$n_1\leqslant 20$，$n_2-n_1\leqslant 10$时，可查T界值表（附录四表24）。如在界值表范围内，则接受检验假设，否则，拒绝检验假设。

当n_1、n_2大于上述范围，则可计算Z值。

$$Z=\frac{|T_1-n_1(N+1)/2|-0.5}{\sqrt{n_1n_2(N+1)/12}} \tag{14}$$

$$或Z=\frac{|T_2-n_2(N+1)/2|-0.5}{\sqrt{n_1n_2(N+1)/12}} \tag{15}$$

如果是等级或有序数据，将数据分组编成频数表，再进行比较。由于相同秩次较多，须用下式校正。

$$Z=\frac{|T_1-n_1(N+1)/2|-0.5}{\sqrt{\frac{n_1n_2}{12N(N-1)}[N^3-N-\sum(t_j^3-t_j)]}} \tag{16}$$

T_1，T_2分别为两样本的秩和，t_j为第j个中相同秩次组的个数。

G检验 又称似然比检验（likelihood ratio test）。从样本计算出统计量G，根据样本G值分布在样本含量较大时具有近似χ^2分布的特性，进行假设检验。统计量G为：

$$G=2\ln L \tag{17}$$

式中，L为样本次数的似然值（或概率）与理论次数似然值（或概率）之比。它可以用于两个样本或多个样本定性变量的比较和拟合优度检验等。

当用于两个样本的定性变量作比较时，G统计量可用下式计算，计算时先要列出Z×C格表。

G＝2{(各个小格中频数的f ln f之和)
　－[各行、列小计的数值的f ln f之和]
　＋总计值n的n ln n值}

G值可按χ^2值进行对原假设是否拒绝的推断。此时，自由度与一般r×c表作χ^2检验的自由度相同。自由度为$(r-1)(c-1)$。

例1 两组雌鼠，分别饲以高蛋白和低蛋白饲料，8周后记录各鼠体重增加的克数，结果见表1。问两组动物增重有否差别？

本例两组实验动物的例数不等，事先也未配对，故用两样本均

数比较的方法。从初步计算出来的方差(s^2)值看，两组方差相差不大，可选用t检验。

假设：H_0: $\mu_1=\mu_2$，即两总体均数相等；H_1: $\mu\neq\mu_2$，即两总体均数不等。$\alpha=0.05$。

$n_1=12$， $n_2=7$

$\sum X_1=1\,440$， $\sum X_2=706$

$\sum X_1^2=177\,832$， $\sum X_2^2=73\,959$

$\bar{X}_1=120$， $\bar{X}_2=101$

把数据代入式(1)，求合并方差s_c^2：

$$s_c^2=\frac{177\,832-\frac{(1\,440)^2}{12}+73\,959-\frac{(707)^2}{7}}{12+7-2}=446.12$$

根据式(2)求两均数差值的标准误$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$

$$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}=\sqrt{446.12\times(\frac{1}{12}+\frac{1}{7})}=10.045$$

根据式(3)求t值：

$$t=\frac{120-101}{10.045}=1.891$$

$\nu=n_1+n_2-2=17$，查附录四表15得$t_{0.05,17}=2.110$，本例$t<t_{0.05,17}$故$p>0.05$。按$\alpha=0.05$水准不拒绝H_0，故可认为两组动物体重增加无差别。

表1 不同饲料喂养8周的两组雌鼠体重增加结果

高蛋白组		低蛋白组	
X_1(g)	X_1^2	X_2(g)	X_2^2
134	17 956	70	4 900
146	21 316	118	13 924
104	10 816	101	10 201
119	14 161	85	7 225
124	15 376	107	11 449
101	25 921	132	17 424
107	11 449	94	8 836
83	6 889		
113	12 769		
129	16 641		
97	9 409		
123	15 129		
合计 1 440	177 832	707	73 959
$\bar{X}_1=120$，	$s_1^2=457.53$；	$\bar{X}_2=101$，	$s_2^2=425.33$

例2 测定7例肝豆状核变性患者皮肤细胞培养液提取液铜与蛋白质的含量，用两者的比值表示铜的相对含量，取其他病患者8人为对照，作同样测定(表2)，试将两组病人铜与蛋白质含量比值(X)，进行比较。

(1) 因两组方差相差较大，先作方差齐性检验，根据检验结果再选作t或t′检验。

$$F=s_1^2/s_2^2=308.7^2/49.7^2=38.579$$

自由度为7－1，8－1。

查方差齐性检验用的F临界值表，$F_{(0.05,6,7)}=5.12$。因此，可认为两组方差不齐，不宜作t检验，选用t′检验。

(2) 计算统计量t′，根据公式(4)，

$$t'=\frac{725.9-250.3}{\sqrt{\frac{308.7^2}{7}+\frac{49.7^2}{8}}}=4.03$$

计算t'_α，定$\alpha=0.05$，查t分布临界限值表得，$t_{0.05,6}=2.447$，$t_{0.05,7}=2.365$，代入公式(5)，

$$t'_{0.05}=\frac{2.447\times\frac{308.7^2}{7}+2.365\times\frac{49.7^2}{8}}{\frac{308.7^2}{7}+\frac{49.7^2}{8}}=2.445$$

$t'>t'_{0.05}$，表明肝豆状核变性病人的细胞培养液中铜与蛋白质含量比值较其他病人为高。

表2 肝豆状核变性病人与对照组细胞培养液铜与蛋白质含量比值

	肝豆状核变性组 (×1 000)	对照组 (×1 000)
	629.3	206.1
	459.2	333.8
	695.0	316.4
	358.4	225.5
	1 283.6	240.0
	720.0	210.1
	936.0	211.3
		259.6
$\bar{X}$	725.9	250.3
s	308.7	49.7
n	7	8

注：比值X＝(铜μmol/L÷蛋白质μmol/L)

例3 某区1985年有女性肺癌病例57人，以性别同、年龄相近的邻居114人为对照。分别询问吸烟情况。结果如表3，试问有否显著差别。

表3 女性肺癌病例与对照组吸烟情况比较(1985年)

组别	有吸烟习惯	不吸烟	人数	吸烟%
病例组	28(a)	29(b)	57	49.12
对照组	15(c)	99(d)	114	13.16
合计	43	128	171	

这是四格表的数据，用χ^2检验或Z检验

(1) χ^2检验：

取原假设H_0为两组是从同一总体取出的两个样本、求出(a)、(b)、(c)、(d)四格中的理论频数：

$$T_{11}=\frac{57\times43}{171}=14.33$$

$$T_{12}=\frac{57\times128}{171}=42.67$$

$$T_{21}=\frac{114\times43}{171}=28.67$$

$$T_{22}=\frac{114\times128}{171}=85.33$$

根据公式(7)计算χ^2值，

$$\chi^2=\frac{(28-14.33)^2}{14.33}+\frac{(29-42.67)^2}{42.67}+\frac{(15-28.67)^2}{28.67}+\frac{(99+85.33)^2}{85.33}$$

$$=13.04+4.38+6.52+2.19=26.13$$

查χ^2界值表，当自由度为1，$\chi^2_{(0.05,1)}=3.84$，$\chi^2_{(0.01,1)}=6.63$。$\chi^2>\chi^2_{(0.01,1)}$，$P<0.01$。

这说明两组样本的吸烟情况是不同的，不是属同一总体，即肺癌女病人吸烟百分比高于一般的女性人群。

(2) Z检验：

H_0: $\pi_1=\pi_2$。

先计算两组的百分比值p_1与p_2。现例中$p_1=49.12$，$p_2=19.42$，及合并百分比值$p_c=43/171=25.15\%$。

计算Z值，代入公式(12)

$$Z=\frac{49.12-13.16}{\sqrt{0.2515\times0.7485(\frac{1}{57}+\frac{1}{114})}}=5.109$$

$Z(=5.109)>Z_{0.05}(=1.96)$，表示拒绝原假设，两组样本的吸烟百分比有显著差别，肺癌女病人的吸烟百分比高于一般的女性人群。

由此可见χ^2检验与Z检验所得的结论是一样的。

例4 街道检查了125户居民居室清洁状况，其中清洁户100户，一般户25户。后又对这125户专门作了无有蟑螂调查，结果如表4，问清洁户、一般户的蟑螂情况有否不同？

表4 调查125户有无蟑螂的结果

	蟑螂		
	有	无	合计
清洁户	1	99	100
一般户	9	16	25
合计	10	115	125

(1) 假设行与列合计值为固定时，各户被放入任一格是独立的。

根据式(11)计算出现有数据的p_1值：

$$p_1=\frac{100!\times25!\times10!\times115!}{1!\times99!\times9!\times16!\times125!}=0.000001$$

(2) 找出更极端情况的四格表，看ad与bc值哪一个较小，如ad较小(这里ad<bc)则列出使ad更小，而合计值不变的四格表，直至使a，d中出现0为止。

	有	无	合计
清洁户	0	100	100
一般户	10	15	25
合计	10	115	125

再根据式(11)计算出P_2：

$$P_2=\frac{100!25!10!115!}{0!100!10!115!125!}=0.0000000$$

a，d中a值出现0值，这一步结束。

(3) 将各个四格表的P_1、P_2等值相加，得单尾P值，与0.025相比，非常显著。

例5 某区抽查一些商店有无鼠情，结果如表5，试进行G检验。

假设各小格中实际观察值与理论值拟合优度很好，则可计算统计量G：

(1) 各小格频数f的f ln f和＝18ln18＋32ln32＋6ln6＋44ln44＋2ln2＋98ln98＝790.8982

(2) 各行、列和(仍以f表示)的f ln f之和＝50ln50＋50ln50＋100ln100＋26ln26＋174ln174＝1834.1054

(3) n ln n＝200ln200＝1059.6635

(4) G＝2(790.8982－1834.1054＋1059.6635)＝32.9126

(5) 自由度＝(行数－1)(列数－1)＝(2－1)(3－1)＝2

查χ^2值表，$\chi^2_{0.05,2}=5.99$。现$\chi^2>5.99$。有显著意义。

表5 抽查一些商店的鼠情结果

	有鼠	无鼠	合计
饮食店	18	32	50
糖果店	6	44	50
其他店	2	98	100
合计	26	174	200

例6 现有两组手拇指掌侧外展功能损伤病例，分别用甲、乙两种手术方法处理，用同一方法评定疗效，结果如表6，问两种手术方法疗效有否区别。

表6 两种手术方法的疗效(表内为例数)

手术种类	差	可	良	优	合计例数	秩和	平均秩和
甲	7	7	26	19	59	2261	38.3
乙	1	7	3	0	11	224	20.4
合计	8	14	29	19	70		
累计	8	22	51	70			
秩次	1—8	9—22	23—51	52—70			
平均秩次	4.5	15.5	37	61			

观察的疗效以差、可、良、优来表示，属于等级数据，宜用秩和检验。

在表6中，两组共70个病人，根据疗效统一编秩：1～70。在疗效最差的8个病人，从1秩编到8秩，平均为(1+8)/2，即4.5秩次。疗效为"可"的14个病人从9秩编到22秩，平均为(9－22)/2－15.5秩次，余类推。

分别计算两组手术的病人的秩和：

甲组 7×4.5＋7×15.5＋26×37＋19×61＝2 261。

乙组 1×4.5＋7×15.5＋3×37＝224。

由于本例为等级数据，以频数表示的形式计算秩次，且出现相同秩次较多，故需用校正公式。以表6数据代入公式(16)，计算Z值：

$$Z=\frac{|2261-59(70+1)/2|-0.5}{\sqrt{\frac{59\times11}{12\times70\times69}[70^3-70-(8^3-8+14^3-14+29^3-29+19^3-19)]}}$$

$$=\frac{166}{\sqrt{0.01082[342930-504-2730-24360-6840]}}=2.82$$

$Z_{0.05}=1.96$

现$Z>Z_{0.05}$，$P<0.05$，这说明不同手术的病人，疗效有差别，甲手术的治疗效果较好。

配对数据比较

配对试验所得的数据包括定量、定性和等级三种。配对定量数据比较是在配对试验中，推断同一对受试对象接受两种处理的效果有无差别，或推断同一受试对象接受某种处理有无作用，常用t检验。配对定性数据比较是推断同一样本数据两种处理所得的定性结果有无差别，常用χ^2检验。对呈偏态的配对定量数据和配对等级数据，用符号秩和检验。

t检验 配对数据t检验又称差值t检验，适用于分析配对定量数据。该检验常用于检验同对之差（如例1）或前后之差（如例2）的总体均数是否为0。若总体不为0，说明两种处理有差别，或某种处理有作用。每对数据的差值为d。d服从方差为σ^2和数学期望为$E(d)=\mu$的正态分布$N(0,\sigma^2)$。

检验的步骤是先建立假设：$H_0:\mu=0$，再求出每对数据差值d。n为样本的对子数。用一般的方法计算出d值的均数$\bar{d}$和标准差s_d：

$$\bar{d}=\frac{\sum d}{n} \qquad (1)$$

$$s_d=\sqrt{\frac{\sum d^2-(\sum d)^2/n}{n-1}} \qquad (2)$$

计算$\bar{d}$的标准差：

$$s_{\bar{d}}=\frac{s_d}{\sqrt{n}} \qquad (3)$$

用式(4)计算t值：

$$t=\frac{|\bar{d}-0|}{s_{\bar{d}}} \qquad (4)$$

从t值界值表查出$P=0.05$的$t_{0.05,n-1}$值。将计算所得的t值与之比较即可作出判断。

表1 不同饲料组大鼠肝内维生素A含量（μmol/g）

大白鼠对号 (1)	正常饲料组 (2)	维生素E缺乏组 (3)	d (4)=(2)-(3)	d^2 (5)
1	3.716 9	2.565 2	1.151 7	1.326 4
2	2.094 0	2.512 8	-0.418 8	0.175 4
3	3.141 0	1.884 6	1.256 4	1.578 4
4	4.135 7	3.350 4	0.785 3	0.616 7
5	3.978 6	3.402 8	0.575 8	0.331 5
6	3.926 3	2.826 9	1.099 4	1.208 7
7	3.612 2	2.617 5	0.994 7	0.989 4
8	3.193 4	1.832 3	1.361 1	1.852 6
合计			6.805 6	8.079 1

例1 某单位研究饮食中缺乏维生素E与肝内维生素A含量的关系，将同种属的大白鼠按性别相同，年龄、体重相近者配成对子，共8对，并将每对动物随机分到正常饲料组和维生素E缺乏组，饲养一定时期后，测得肝内维生素A含量如表1第(2)、(3)列，问不同饲料组的大鼠肝内维生素A含量有无差别？

$H_0:\mu_d=0$；$H_1:\mu_d\neq0$，$\alpha=0.05$。

今$n=8$，$\sum d=6.805\,6$，$\sum d^2=8.079\,1$。按式(1)、(2)、(3)、(4)求$\bar{d}$，s_d，$s_{\bar{d}}$和t

$$\bar{d}=\frac{6.805\,6}{8}=0.850\,7$$

$$s_d=\sqrt{\frac{8.079\,1-(6.805\,6)^2/8}{8-1}}=0.571\,9$$

$$s_{\bar{d}}=\frac{0.571\,9}{\sqrt{8}}=0.202\,2$$

$$t=\frac{0.850\,7}{0.202\,2}=4.207\,3$$

$$\nu=n-1=7$$

查附录四表15，$t_{(0.05,7)}=2.365$。本例$t>t_{(0.05,7)}$，$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，接受H_1，故可认为维生素E缺乏对大鼠肝的维生素A含量有影响。

例2 某车间为了进一步做好降尘工作，装置了一个新的通风设备。装置通风设备前后在各测尘点测得的粉尘浓度如表2的第(2)、(3)列，问装置通风设备前后粉尘浓度有无差别？

表2 装置通风设备前后粉尘浓度（mg/m³）

测尘点 (1)	装置前 (2)	装置后 (3)	d (4)=(2)-(3)	d^2 (5)
1	9.93	2.47	7.46	55.65
2	3.37	4.06	-0.69	0.48
3	8.78	5.41	3.37	11.36
4	8.45	6.04	3.04	9.24
5	8.46	6.08	2.05	4.20
6	9.45	4.10	5.35	28.62
合计			20.58	109.55

$H_0:\mu_d=0$，$H_1:\mu_d\neq0$，$\alpha=0.05$（单侧）。

今$n=6$，$\sum d=20.58$，$\sum d^2=109.55$。按式(1)、(2)、(3)、(4)，分别得

$$\bar{d}=\frac{20.58}{6}=3.43$$

$$s_d=\sqrt{\frac{109.55-(20.58)^2/6}{6-1}}=2.79$$

$$s_{\bar{d}}=\frac{2.79}{\sqrt{6}}=1.14$$

$$t=\frac{3.43}{1.14}=3.01$$

$$\nu=6-1=5$$

查附录四表15，$t_{(0.05,5)}=2.02$，$t>t_{(0.05,5)}$，$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，接受H_1。故可认为装置新的通风设备后可有效地降低了该车间的粉尘浓度。

χ^2检验 当配对试验的观察值为定性数据时，可用χ^2检验来处理。设有A、B两组容量相等的个体，配对观察结果为属阳性或阴性的两分类定性数据。在进行比较时，先将每对数据中属于A组与属于B组的结果相同的

对子，全部剔除不计。然后，将A组阳性、B组阴性的对子理出来，把对子数记为c；将A组阴性、B组阳性的对子数理出来，记为b。

假设A、B两组出现阳性的概率相同，则出现b的次数与出现c的次数也应相同，出现的概率各占1/2。

		A	
		+	−
B	+	a	b
	−	c	d

按下式计算χ^2值：

$$\chi^2=\frac{\left(\left|b-\frac{b+c}{2}\right|-0.5\right)^2}{(b+c)/2}+\frac{\left(\left|c-\frac{b+c}{2}\right|-0.5\right)^2}{(b+c)/2} \quad (5)$$

$$\text{或}\chi^2=\frac{(|b-c|-1)^2}{b+c} \quad (6)$$

式(5)与式(6)是等价的，故常用式(6)。

χ^2值近似服从自由度为1的χ^2分布，查χ^2界限值表，当$\nu=1$，$P=0.05$的χ^2为3.84。将实验计算所得χ^2值与之相比，便可作出推断。

例3 有205份检品，每份分别接种于甲、乙两种培养基，培养结果见表3。试比较两种培养基的阳性结果有无差别。

表3 两种培养基的培养结果

甲培养基	乙培养基		合计
	+	−	
+	36(a)	34(b)	70
−	0(c)	135(d)	135
合计	36	169	205

H_0：两总体的b：c=1：1，即两种培养基的阳性结果相同；H_1：两总体的b：c≠1：1，即两种培养基的阳性结果不同。$\alpha=0.05$。

本例中甲培养基阳性，乙培养基阴性的结果有34对；甲培养基阴性，乙培养基阳性的结果为0。故b=34，c=0，代入式(6)得

$$\chi^2=\frac{(|34-0|-1)^2}{34+0}=32.8$$

$\nu=1$，查χ^2界值表，得$P<0.005$，按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，接受H_1，可认为甲培养所得的阳性结果较高。

符号秩和检验 适用于数据呈偏态或分布不明时的配对定量数据或配对的等级(有序)数据。

检验步骤：假设两对比组之间无差别，即差值的总体中位数为零值。每一对中分属两个对比组之值，相减得差值d。依差值的绝对值|d|，从小到大编秩。绝对值相等，符号相反的差值，则各取其平均秩次。若差值为0，则弃之不计，但相应的对子数n也应随之减少。再按照差值原有的正负号，分别计算秩次之和。取绝对值小的秩次，以T表示。

对子数$n\leqslant50$时，可查符号秩和检验T临界值表(附录四表24)，作出推断。应注意，在表24中，当n确定后，T值愈小，P值也愈小。因此，若所求得的T值小于表中所定检验水准时的T值，则可拒绝原假设；反之，则接受原假设。

对子数$n>50$时，用式(7)计算出Z值。

$$Z=\frac{|T-n(n+1)/4|-0.5}{\sqrt{n(n+1)(2n+1)/24}} \quad (7)$$

当两个对比组相同秩次较多时，上式的Z值改用式(8)计算，式中t_j表示两组相同秩次组中第j个秩次有t_j个。

$$Z=\frac{|T-n(n+1)/4|-0.5}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}-\frac{\sum(t_j^3-t_j)}{48}}} \quad (8)$$

Z近似服从正态分布，$P=0.05$的临界值$Z_{0.05}$为1.96。从Z值大小与1.96相比可作出判断。如$Z\geqslant1.96$，则拒绝原假设，否则不拒绝。

例4 12名宇航员航行前及返航后24h的心率(次/min)见表4，问航行对心率有无影响？

表4 宇航员航行前后的心率比较

宇航员号	航前	航后	差值(d)	秩	次
				+	−
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)−(3)	(5)	(6)
1	76	93	−17		10
2	71	68	3	1	
3	70	65	5	4	
4	61	65	−4		3
5	80	93	−13		9
6	59	78	−19		12
7	74	83	−9		8
8	62	79	−17		11
9	79	98	−9		7
10	72	78	−6		5
11	84	90	−6		6
12	63	60	3	2	
合计				7	71

因不知心率的分布如何，故用符号秩和检验。

H_0：差值的中位数$M=0$，即宇航对心率无影响；H_1：$M\neq0$，即宇航对心率有影响。$\alpha=0.05$。

求各宇航员航行前后心率的差值d，见表4第(4)列。依差值的绝对值从小到大编秩，并按正负分列两栏，如表4第(5)、(6)栏。表中差值虽有两个绝对值均为6，但其符号相同，不必求其平均秩次。分别求正负秩次之和，以绝对值较小者为T，得T=7。

本例对子数n=12，<50，故查附录四表24，得$T_{0.05}=13$，$T<T_{0.05}$，$P<0.05$。按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，接受H_1，故可认为宇航对心率有影响，即宇航会使心率增快。

单因素多个样本比较

多个样本比较的统计检验方法，有方差分析、列联表χ^2检验、多个样本比较的秩和检验，以及与之有关的有方差齐性检验和多种用于两两比较的检验方法。

多个样本均数比较 根据某一试验因素，将受试对象按完全随机化实验设计分为若干处理组，分别求出各组试验结果的均数，即为单因素多个样本均数。比较多个样本均数的目的是推断各种处理的效果有无差别。如果每组观察值为来自方差齐性的正态总体，一般用方差分析的F检验。如果方差不是齐性，则可通过变换的方法使之成为齐性，或采用非参数性统计方法(见下述的"等级变量的多个样本比较")。

方差分析F检验 原假设为各样本所代表的总体均数相等。备择假设为不全相等或全部不等。

设x_{ij}为第i种处理的第j个观察值；各组样本的均数为$\bar{X}_1$、$\bar{X}_2\cdots\bar{X}_i\cdots\bar{X}_k$，样本含量分别为$n_1$、$n_2\cdots n_i\cdots n_k$；总均数为$\bar{X}$，总样本含量为N，k为样本数。

计算平方和及其自由度。

组间平方和($SS_{组间}$)$=\sum_i n_i(\bar{X}_i-\bar{X})^2$

$$=\sum_i\frac{(\sum_j X_{ij})^2}{n_i}-C \qquad (1)$$

C为校正数，即

$$C=\frac{(\sum_i\sum_j X_{ij})^2}{N} \qquad (2)$$

$$组内平方和(SS_{组内})=\sum_i\sum_j X_{ij}^2-C-SS_{组间} \qquad (3)$$

计算F值，

$$F=\frac{组间平方和/(k-1)}{组内平方和/(N-k)}=\frac{组间均方(MS_{组间})}{组内均方(MS_{组内})} \qquad (4)$$

F服从自由度为k－1，N－k的F分布。查F界值表(附录四表18)，P＝0.05，$\nu_1=k-1$，$\nu_2=N-k$的F值。与计算所得的F值相比，可作出是否接受原假设的推论。

方差齐性检验 方差分析结果有显著性时，对各组均数的整体而言，不能推论其中两个组均数间的差异有显著性。如需要分析其中每两组差异的显著性，则应用下述"多个样本均数两两比较"方法作进一步分析。

因为方差分析以各样本方差齐性为条件，所以在用方差分析进行多样本均数比较之前，应先作方差齐性检验。

先计算χ^2值、校正值和校正χ^2值。

$$\chi^2=(\ln s_c^2)\sum(n_i-1)-\sum(n_i-1)\ln s_i^2 \qquad (5)$$

式中s_c^2为合并方差，即

$$s_c^2=\sum_i\sum_j(x_{ij}-\bar{x}_i)^2/\sum\nu_i,\ \nu_i=n_i-1 \qquad (5.1)$$

(样本含量不等)

$$s_c^2=\frac{\sum s_i^2}{k}(样本含量相等) \qquad (5.2)$$

式中s_n^2、n_i分别为i组样本方差和样本含量，k为样本数。

$$校正因子=1+\frac{1}{3(k-1)}\left[\sum\frac{1}{n_i-1}-\frac{1}{\sum(n_i-1)}\right] \qquad (6)$$

$$校正\chi^2=\chi^2/校正因子 \qquad (7)$$

然后查自由度＝k－1的χ^2分布临界值表，与校正χ^2大小比较，作出判断。

多个样本均数两两比较 又称为多重比较。这种比较方法常在方差分析处理后进行。如果多个样本均数比较用方差分析方法处理后的结论，不拒绝各组之间无显著差别的原假设，不必再作进一步处理。如果方差分析的结论为拒绝原假设，则必须进一步作两两比较的分析，以了解哪两个组之间有显著差别，哪两组之间没有。两两比较的检验方法，有Student-Newman-Keul检验，Duncan检验和各组与同一对照组相比的Dunnett检验等。各方法之间严宽不同，如Student-Newman-Keul检验结果得到有显著差别的两两对比组较少，Duncan检验则可能是较多

Student-Newman-Keul检验 在两两比较时，先把各组均数按数值大小重行排列，$\bar{X}_1>\bar{X}_2>\bar{X}_3\cdots>\bar{X}_n$。其中任何两组的平均数之差以$\bar{X}_A-\bar{X}_B$表示，并计算出它们之间所包含的组数a。如$\bar{X}_2-\bar{X}_4$，它们之间包含第2、第3和第4三个组，a＝3。

计算平均数的标准误$s_{\bar{x}}$。若各组样本含量相等，用式(8)计算$s_{\bar{x}}$；若各组样本含量不等，用式(9)计算$s_{\bar{x}}$。

$$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{MS_{(组内)}}{n}} \qquad (8)$$

$$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{MS_{(组内)}}{2}\left(\frac{1}{n_A}+\frac{1}{n_B}\right)} \qquad (9)$$

式中$MS_{组内}$为方差分析的组内均方；n为各样本的例数；n_A与n_B分别为第A组与第B组的例数。

计算对比组两均数之差$\bar{X}_A-\bar{X}_B$。

用式(10)计算q值

$$q=\frac{\bar{X}_A-\bar{X}_B}{s_{\bar{x}}} \qquad (10)$$

按$MS_{(组内)}$的自由度ν和组数a查Student－Newman-Keul检查q临界值表(附录四表20)，按所取检验水准作出推论。

Duncan检验 计算步骤与Student-Newman-Keul检验相同，先把各组均数按其数值大小为序，重新排列。计算出其中两组平均之差，以$\bar{X}_A-\bar{X}_B$表示，它们之间所包含的组数以a表示。

查q值界值表(见附录四表21)。这一q值称为显著Student极差，以$q_{0.05}$表示。$q_{0.05}\times s_{\bar{x}}$称为最小显著极差。Duncan检验的q界值表与Student-Newman-Keul检验的q界值表是不一致的。两者除了当a＝2时完全相同外，其余各q值，Duncan表上的均小于Student-Newman-Keul表上的。这说明Duncan检验比Student-Newman-Keul检验为"宽松"。

Dunnett检验 用于各组均值与对照组均值的比较。

将各组均数从小到大或从大到小为序重行排列，并计算出对照组与各实验组对比范围内的组数a。

按下式计算s_d(应注意，这里用s_d而不是$s_{\bar{x}}$)。

$$s_d=\sqrt{MS_{(组内)}(\frac{1}{n_A}+\frac{1}{n_c})} \quad (11)$$

若两组样本含量相等，上式即为

$$s_d=\sqrt{2\times MS_{(组内)}\frac{1}{n}} \quad (12)$$

上两式中，$MS_{(组内)}$为方差分析中的组内均方；n_A和n_C分别为A组与对照组的样本含量；n为各样本的含量。

计算Dunnett的值：

$$\text{Dunnett } t=\frac{\bar{X}_A-\bar{X}_C}{s_d} \quad (13)$$

式中$\bar{X}_A$和$\bar{X}_C$分别为A组与对照组的均数。

以组内均方的自由度ν和组数a查Dunnettt临界值表(附录四表22)，得到不同a的t_α值，按所取检验水准作出推论。

列联表的χ^2检验 多个样本的变量为定性数据时，则各样本之间的比较是率或百分比的比较。比较时检验假设为各样本所代表的总体的率或百分比是相等的。

设k个样本中各有人数$n_{i.}$个，按阳性与阴性或其他不同性质分类分为r组进行归组，得每组的人数$n_{.j}$。把观察结果(O_{ij})排成k×r的表，称为k×r列联表。

χ^2检验的步骤为：

(1) 计算每一小格的期望人数T_{ij}：

$$T_{ij}=\frac{n_{i.}\times n_{.j}}{N} \quad (14)$$

(2) 计算出χ^2值及其自由度：

$$\chi^2=\sum\frac{(O_{ij}-T_{ij})^2}{T_{ij}} \quad (15)$$

或用式(15.1)计算χ^2值：

$$\chi^2=n(\sum\frac{O_{ij}^2}{n_{i.}\times n_{.j}}-1) \quad (15.1)$$

式中$n_{i.}$、$n_{.j}$分别为i行和j列的合计数，N为各样本合计的总数。

$$自由度\nu=(r-1)(k-1)$$

(3) 查χ^2临界值表，得χ^2的概率P，再作出推论。

等级变量的多个样本比较 又称Kruskal-Wallis检验。多个样本的等级变量，或原为定量变量因其分布不明或不适用F检验时而变换的等级变量，可用秩和检验方法处理。步骤为：

(1) 将各组变量不分组别，统一地从小到大，从1开始按次编成秩次。如有若干个观察值的数值相同，将它们的秩次计算为平均秩次，各以平均秩次值为它的秩次量，再计算出各组的秩和(秩次之和)。

(2) 根据下式，计算出H值：

$$H=\frac{12}{N(N+1)}\sum\frac{R_i^2}{n_i}-3(N+1) \quad (16)$$

式中，R_i为i组秩和，n_i为i组样本含量，N为全部研究对象数。

当有相同秩次时，计算校正的H值，以H_C代表。

$$H_C=\left[\frac{12}{N(N+1)}\sum\frac{R_i^2}{n_i}-3(N+1)\right]\Big/\left[1-\frac{\sum(t_j^3-t_j)}{N^3-N}\right] \quad (17)$$

式中t_j为相同秩次的变量个数。

(3) 得H值或H_C后，用查表法(见附录四表26)，作出是否有显著意义的结论。当样本组数或含量较大超出表上所列范围时，可查χ^2值表，自由度为k－1。

例1 以小鼠研究正常肝核糖核酸(RNA)对癌细胞的生物学作用，试验分为对照组(生理盐水)、水层RNA组和酚层RNA组，分别用此三种不同处理诱导肝癌细胞的果糖二磷酸酯酶(FDP酶)活力，得数据见表1上部。试比较三组均数有无差别；若有差别，是哪些组之间有差别。

该资料的统计处理包括三方面的内容：先作方差齐性检验，以判断资料是否符合作方差分析；然后作方差分析，以判断三个组之间有无差别；最后作两两比较，以找出哪些组之间有差别。先计算有关数据列于表1的下部。

1. 方差齐性检验

H_0：三个总体方差相等，

H_1：三个总体方差不等或不全相等。

$\alpha=0.05$，

(1) 计算合并方差s_c^2。因各样本含量相等，用式(5.2)，根据表1下部的第⑥行数据，得

$$s_c^2=\frac{0.250\,1+0.970\,4+1.033\,2}{3}=0.751\,2$$

(2) 计算χ^2，把表1下部第⑥、⑦、⑧行的相应数据代入式(5)，得

$$\chi^2=\ln 0.751\,2\times 21+9.685\,8-3.678\,1$$

(3) 计算校正因子，按式(6)得

$$校正因子=1+\frac{1}{3\times 2}\times(3\times\frac{1}{7}-\frac{1}{3\times 7})=1.063\,5$$

(4) 计算校正χ^2，按式(7)得

$$校正\chi^2=3.678\,1/1.063\,5=3.458\,5$$

$\nu=3-1$，查χ^2分布临界值表(附录四表16)，得$\chi^2_{0.05,2}=5.99$。本例校正$\chi^2<\chi^2_{0.05,2}$，$P>0.05$。按$\alpha=0.05$水准接受H_0，可认为三个总体方差齐，可进一步作方差分析。

2. 方差分析的F检验：

H_0：各样本的总体均数相等；

H_1：各样本的总体均数不等或不全相等。

$\alpha=0.05$。

(1) 根据表1下部的数据，依式(2)、(1)和(3)计算校正数C、组间平方和($SS_{组间}$)和组内平方和($SS_{组内}$)。

$$C=\frac{(82.12)^2}{24}=280.987\,3$$

$$SS_{组间}=287.424\,07-280.987\,3=6.436\,8$$

$$SS_{组内}=303.199\,8-280.987\,3-6.436\,8=15.775\,7$$

(2) 计算F值，由式(4)得

$$F=\frac{6.436\ 8\div(3-1)}{15.775\ 7\div(24-3)}=4.28$$

$\nu_1=3-1$, $\nu_2=24-3$

查F界值表(附录四表18),得 $F_{(0.05,2,21)}\approx3.49$。本例 $F>F_{(0.05,2,21)}$,按 $\alpha=0.05$ 水准拒绝 H_0,接受 H_1,说明三种不同处理诱导肝癌细胞的FDP酶活力是有差别的。

3. 两两比较:用Student- Newman Keul检验。

H_0:各总体均数两两相等;

H_1:各总体均数不等或不全相等。

$\alpha=0.05$。

表1 三组小鼠FDP酶活力(每小时μmol无机磷/mg氮)

	对照组	水层RNA组	酚层RNA组	
	2.79	3.83	5.41	
	2.69	3.15	3.47	
	3.11	4.70	4.92	
	3.47	3.97	4.07	
	1.77	2.03	2.18	
	2.44	2.87	3.13	
	2.83	3.65	3.77	
	2.51	5.09	4.26	
① $\sum_j X_{ij}$	21.62	29.29	31.21	82.12 $(\sum_i\sum_j X_{ij})$
② n_i	8	8	8	24(N)
③ $\bar{X}_i$	2.702 50	3.661 25	3.901 25	3.421 7 $(\bar{X})$
④ $\frac{(\sum_j X_{ij})^2}{n_i}$	58.428 05	107.238 01	121.758 01	287.424 07 $[\sum_i\frac{(\sum_j X_{ij})^2}{n_i}]$
⑤ $\sum_j X_{ij}^2$	60.179 0	114.030 7	128.990 1	303.199 8 $(\sum_i\sum_j X_{ij}^2)$
⑥ s_i^2	0.250	0.970 4	1.033 2	0.685 9 (s^2)
⑦ n_i-1	7	7	7	21 $[\sum(n_i-1)]$
⑧ $\ln s_i^2(n_i-1)$	−9.704 1	−0.210 3	0.228 6	−9.685 8 $[\sum\ln s_i^2(n_i-1)]$

(1) 将三组均数按大小顺序排列:

对照组(Ⅰ)	水层RNA组(Ⅱ)	酚层RNA组(Ⅲ)
2.702 5	3.661 3	3.901 3

(2) 将各对比组、两均数之差,组数a列于表2的第(1)—(3)栏。

表2 三组小鼠FDP酶活力均数的两两比较

对比组 (1)	两均数之差 (2)	组数 a (3)	q (4)	P (5)
Ⅰ与Ⅲ	1.198 8	3	3.912 1	<0.05
Ⅰ与Ⅱ	0.958 8	2	3.128 9	<0.05
Ⅱ与Ⅲ	0.240 0	2	0.783 2	>0.05

注:Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ分别代表对照组、水层RNA组和酚层RNA组

(3) 计算平均数标准误 $s_{\bar{x}}$。本例各样本含量相等,用式(8)求 $s_{\bar{x}}$。由方差分析过程中可知,

$$MS_{组内}=SS_{组内}/(N-k)=\frac{15.775\ 7}{(24-3)}=0.751\ 2$$

$$n=8$$

代入式(8),得

$$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{0.7512}{8}}=0.306\ 4$$

(4) 计算q值。由式(10),得各对比组的q值,列于表2的第(4)栏。

(5) $MS_{组内}$ 的自由度 $\nu_2=N-k=21$,查附录四表20,比较得P值见表2第(5)栏。按 $\alpha=0.05$ 水准,可认为水层RNA组和酚层RNA组的均数均高于对照组,而水层RNA组与酚层RNA组两组的均数无差别。

例2 用免疫酶法观察鼻咽癌患者、头颈部其他恶性肿瘤患者及正常成年人血清中的EB病毒壳抗原的免疫球蛋白A(VCA—IgA)抗体的反应情况,资料见表3。试比较三组阳性率有无差别?

表3 三组人群中EB病毒VCA—IgA抗体阳性率

分 组	阳性例数	阴性例数	合计 (ni.)	阳性率(%)
鼻咽癌患者	188(81.40)	16(125.60)	204	92.2
头颈部其他恶性肿瘤患者	10(13.17)	23(19.83)	33	30.3
正常成年人	49(152.43)	333(229.57)	382	12.8
合计(n.j)	247	372	619(N)	39.9

H_0:三组阳性率相等;

H_1:三组阳性率不等或不全相等。

$\alpha=0.05$

本例属多样本的定性数据,用列联表 χ^2 检验。

按式(14)计算每个格子的期望人数T_{ij}，见表3括号内的数。

按式(15)计算χ^2值：

$$\chi^2=\frac{(188-81.40)^2}{81.40}+\frac{(16-125.60)^2}{125.60}+\frac{(10-13.17)^2}{13.17}+\frac{(23-19.83)^2}{19.83}+\frac{(49-152.43)^2}{152.43}+\frac{(333-229.57)}{229.57}$$

$$=353.29$$

$$\nu=(3-1)(2-1)=2$$

查χ^2临界值表(附录四表16)，$\chi^2_{(0.05,2)}=5.99$，$\chi^2>\chi^2_{(0.05,2)}$，$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准拒绝H_0，接受H_1，说明三组对象的VCA--IgA抗体阳性率有差别。

两因素及多因素各水平间比较

两因素及多因素各水平间比较的统计方法在医学上常用于较复杂的实验设计中的数据分析，如随机区组设计、拉丁方设计、析因设计、正交设计等实验数据分析和流行病学调查中在两个对比组的年龄、性别等因素不均衡而需校正时作因素水平间分析。

因素(或因子)是一种自变量，或称实验因素；它对应变量或称结果变量，可能产生影响。

要知道某一因素对实验结果是否能起作用，在实验时，这一因素要分成不同的水平。至少要分两个水平，一个是高水平，另一个是低水平，或对照。不同水平之间有量的区别。比较两个或多个水平之间实验数据才能知道这个因素对结果是否有影响。

当实验因素有两个及两个以上时，用统计方法可分析每个因素的作用；又可分析当两个因素都处在高水平时，与其他处理相比对实验结果的影响是否为单纯相加、有所增强或反而削弱，这是所谓交互作用，用统计方法也可予以分析。在两因素数据的统计分析中，应考虑不同类型的数据和不同的研究设计类型，而有不同的分析方法。

当实验结果为定量变量时，采用方差分析方法进行两因素或多因素的各水平间比较。方差分析的思想是把实验数据的总平方和(以$SS_{(总)}$或$SS_总$表示，($SS_{(总)}=\Sigma X^2-(\Sigma X)^2/N$)分解为：

(1)每个因素各水平间的平方和(以SS(A)、SS(B)等表示，简称为此因素的平方和)。

$$SS(A)=\sum_{1}^{ka}(a_{i.}^2/a_i\text{水平实验单元数})\quad \hat{C} \qquad (1)$$

$a_{i.}$(或用$a_{i..}$、$a_{i...}$表示)是a为第i个水平所有实验数值(X)之和。$i=1,\cdots,k_a$；$\hat{C}$为校正值$=(\Sigma X)^2/N$。自由度为(k_a-1)。

因素B、C和区组间平方和，均可以此类推。

(2)交互作用的平方和(以SS(AB)、SS(BC)等表示)

$$SS(AB)=\Sigma[(a_ib_j)^2/\text{接受}a_ib_j\text{处理的实验单元数}]-\hat{C}-SS(A)-SS(B) \qquad (2)$$

自由度为$(k_a-1)(k_b-1)$，

k_a、k_b为A、B因素的水平数。

SS(AB)、SS(AC)等交互作用或二级交互作用SS(ABC)的计算公式，依此类推。

(3)误差(残差)平方和(以SS(误差)表示)

$$SS(误差)=SS(总)-SS(A)-SS(B)-\cdots-SS(AB)-SS(BC)-\cdots-SS(ABC)\cdots \qquad (3)$$

自由度为总平方和的自由度减去各因子、各交互作用平方和的自由度。

在具体分析时，当某些因素或交互作用实际上无显著意义时，其平方和与自由度分别并入误差的平方和与误差的自由度。

当以整群抽样方式作随机化分到A因素的各个水平时，分析A因素是否起作用而计算F值所需误差平方和SS(误差)，是从群间平方和SS(群间)减去SS(A)作为SS(误差)。

以上的分析方法适用于随机区组设计、析因设计、正交设计、拉丁方设计等实验数据的统计处理(随机区组设计的方差分析、析因设计的方差分析分别列有条目)。

成巢设计实验数据的方差分析法，因实验单元(每个实验对象)是以群(巢)为单位来随机化，而稍为复杂。实验的主要因素(A)的离差平方和中包含了群与群之间的变异和个体误差，所以在计算F值时，其分母部份也应包括后两个成份。最基本的成巢设计方差分析表的形式如表1所示。

表1 成巢设计的方差分析表

变异来源	SS	自由度(ν)	MS	F
总	SS(总)	$N-1$		
群间	SS(群间)	k_b-1		
A因素	SS(A)	k_a-1	$\frac{SS(A)}{k_a-1}$	$\frac{MS(A)}{MS[B(A)]}$
群间(不包括A)	SS[B(A)]	k_b-k_a	$\frac{SS[B(A)]}{k_b-k_a}$	
误差	SS(误差)	$N-k_b$		

k_a为A因素水平数，k_b为群的个数，r为每群内个体数

SS[B(A)]=SS(群间)-SS(A)

SS(误差)=SS(总)-SS(群间)

裂区设计是随机区组设计和另一种设计法如完全随机设计(整群抽样)的结合。它有二次随机化过程，第一次是以群(区组)为单位随分到A因素的k_a个水平组中，一共有k_b个群。第二次是以每个实验单元为单位在每个区组中分为c因素的k_c个水平。主要对A、C两个因素的效应作出分析，分析方法是将总平方和SS(总)先分解为区组间平方和[SS(区组间)]及区组内平方和[SS(区组内)]

两个部分。再将SS(区组内)分解为SS(A)和SS[B(A)]两部分；SS(区组内)分解为SS(C)、SS(AC)和SS(误差)三个部分。最基本的裂区设计方差分析表形式见表2。

表2 裂区设计的方差分析表

变异来源	SS	自由度(ν)	MS	F
总	SS(总)	$N-1$		
区组间	SS(区组间)	k_b-1		
A	SS(A)	k_a-1	MS(A)	$\frac{MS(A)}{MS[B(A)]}$
B(A)	SS[B(A)]	k_b-k_a	MS[B(A)]	
区组内	SS(区组内)	$N-k_b$		
C	SS(C)	k_c-1	MS(C)	$\frac{MS(C)}{MS(误差)}$
AC	SS(AC)	$(k_b-1)(k_c-1)$	MS(AC)	$\frac{MS(AC)}{MS(误差)}$
误差	SS(误差)	$N-k_b-(k_c-1)k_b$	MS(误差)	

SS(区组内)=SS(总)-SS(区组间)
SS(区组间)=SS(A)+SS[B(A)]
SS(区组内)=SS(C)+SS(AC)+SS(误差)

随机区组设计的方差分析

随机区组设计(randomized block design)的方差分析(analysis of variance)用于实验效应为定量的数据。现将区组作为一个因素，连实验因素共两个因素，效应测值以Y_{ij}表示，t为处理组数，b为区组数，n为受试对象数。实验数据的排列形式及方差分析过程见表1和表2。

表1 实验数据排列形式

处理组	区组					合计
	1	2	3	…	b	
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	…	Y_{1b}	$Y_{1\cdot}$
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	…	Y_{2b}	$Y_{2\cdot}$
…	…	…	…	…	…	…
t	Y_{t1}	Y_{t2}	Y_{t3}	…	Y_{tb}	$Y_{t\cdot}$
合计	$Y_{\cdot 1}$	$Y_{\cdot 2}$	$Y_{\cdot 3}$	…	$Y_{\cdot b}$	$Y_{\cdot\cdot}$

表2 方差分析的计算

变异来源	自由度(ν)	离均差平方和(ss)	SS计算方法	均方(MS)
总	$bt-1$	$\Sigma(Y_{ij}-\bar{Y}_{\cdot\cdot})^2$	$\Sigma Y_{ij}^2-(\Sigma Y_{ij})^2/n$	
处理组间	$t-1$	$b\Sigma(\bar{Y}_{i\cdot}-\bar{Y}_{\cdot\cdot})^2$	$\frac{\Sigma Y_{i\cdot}^2}{b}-(\Sigma Y_{ij})^2/n$	$SS_{处}/(t-1)$
区组间	$b-1$	$t\Sigma(\bar{Y}_{\cdot j}-\bar{Y}_{\cdot\cdot})^2$	$\frac{\Sigma Y_{\cdot j}^2}{t}-(\Sigma Y_{ij})^2/n$	$SS_{区}/(b-1)$
误差	$(t-1)(b-1)$	$\Sigma(Y_{ij}-\bar{Y}_{\cdot j}-\bar{Y}_{i\cdot}+\bar{Y}_{\cdot\cdot})^2$	$SS_{总}-SS_{处}-SS_{区}=SS_{误}$	$SS_{误}/(t-1)(b-1)$

处理组之间差别的显著性可用F检验判断。

$$F=\frac{SS_{处}/(t-1)}{SS_{误}/[(t-1)(b-1)]}$$

查$F_{[0.05;(t-1),(t-1)(b-1)]}$值(附录四表18)，如$F>F_\alpha$，则$P<\alpha$，有显著性。如$F<F_\alpha$，表示无显著性。

表3 三种药物治疗之后SGPT的下降值

药物	区			组				$\Sigma Y_{i\cdot}$	ΣY_{ij}^2
	1	2	3	4	5	6	7		
A	100	80	70	60	40	110	50	510	41 100
B	160	90	50	100	50	90	60	600	60 400
C	130	70	90	40	60	100	90	580	53 200
$\Sigma Y_{\cdot j}$	390	240	210	200	150	300	200	1 690	154 700

例 某医院为研究三种药物A、B、C的作用，作了一个随机区组的动物实验。先给予21只动物一种肝细胞损伤药物，导致有谷丙转氨酶(SGPT)升高的肝损伤动物模型。然后，按SGPT升高程度，动物的体重、年龄配成区组，每三个一组，随机决定一种处理，经一段时间治疗后，再测定SGPT值，表3为治疗之后的SGPT下降值，问三种药物作用有无不同？

(1) 计算出行和列的和，见表3中Σ栏。

(2) 计算离均差平方和，列于表4中。

表4 方差分析计算表

变异来源	自由度	SS	MS	F值	P值
总	20	18 695.2			
处理组间	2	638.1	319.05	0.723	>0.05
区组间	6	12 761.83	2 126.97		
误差	12	5 295.27	441.27		

$\Sigma Y_{ij}^2-(\Sigma Y_{ij})^2/n=154\ 700-(1690)^2/21=18\ 695.2$

$\Sigma Y_{i\cdot}^2/b-(\Sigma Y_{ij})^2/n=136\ 642.86-(1\ 690)^2/21=638.1$

$\Sigma Y_{\cdot j}^2/t-(\Sigma Y_{ij})^2/n=148\ 766.6-(1\ 690)^2/21=12\ 761.83$

(3) 计算自由度、均方差和F值。见表4。查附录四表18得$F_{(0.05;2,6)}=19.33$，本例$F<F_{(0.05;2,6)}$，所以，$P>0.05$，可以认为三种药物的作用无显著差别。

区组设计的χ^2检验

区组设计的χ^2检验是在随机区组设计，或在病例对照调查中（如1:2配对设计）研究中，处理效应以二项分类表示的定性数据，以分析实验组与对照组效应发生率或病例组与对照组接触某危险因素之间有无差别的一种χ^2检验方法。兹举例说明之。

例如18名宫外孕病例根据年龄、产次、丈夫文化程度相同为配对条件，每个病例配2个产妇为对照，配成一区组。每人询问人工流产史，阳性记+，阴性记−，结果见表1。

表1 宫外孕病例与对照的人工流产史

对比组	区组																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
宫外孕	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	+	+	−	+		−	−	−
对照1	+	[illegible]	+	−	+	−	+	−	+	−	−			−	−	−	−	
对照2	+	−	−	+	−	+	−	+	−		−	−	−	−		−	−	−

将表1数据，按表2方式整理，得六格表，每格数字分别以a, b, c, d, e, f表示。

表2 18个病例对照区组按不同流产史统计

		对照		
		++	+	−
病例	+	1(a)	6(b)	5(c)
	−	0(d)	1(e)	5(f)

按下公式计算b, c的期望值E(b), E(c)及b, c的方差V(b), V(c)，

$$E(b)=\frac{2}{3}(b+d) \qquad (1)$$

$$V(b)=\frac{2}{9}(b+d) \qquad (2)$$

$$E(c)=\frac{1}{3}(c+e) \qquad (3)$$

$$V(c)=\frac{2}{9}(c+e) \qquad (4)$$

本例 $E(b)=\frac{2}{3}(6+0)=4$

$$V(b)=\frac{2}{9}(6+0)=1.33$$

$$E(c)=\frac{1}{3}(5+1)=2$$

$$V(c)=\frac{2}{9}(5+1)=1.33$$

用下式计算χ^2，自由度=1。

$$\chi^2=\frac{\{|b-E(b)+c-E(c)|-0.5\}^2}{V(b)+V(c)} \qquad (5)$$

$$=\frac{\{|(6-4)+(5-2)|-0.5\}^2}{(1.33+1.33)}=7.59$$

查χ^2临界值表，得$P<0.05$。表示有显著性，即病例有人工流产史的百分比，显著高于对照的人工流产史。

区组秩和检验

在随机区组设计中，效应的测量值数据是定量或半定量的，如果这些数据分布不明或呈偏态分布，或方差不齐，可用区组秩和检验的方法来处理。区组秩和检验又称Friedman检验。在这检验中，检验假设：原假设(H_0)为各处理组的总体分布相同，备择假设(H_1)为各处理组的总体分布不相同。数据的整理方法见表1。

表1 定量或半定量数据的整理表形式

处理组(i)	区组(j)					m_i	E	$(m_i-E)^2$
	1	2	3	…	b			
Ⅰ	X_{11}	X_{12}	X_{13}	…	X_{1b}	m_1	E	$(m_1-E)^2$
Ⅱ	X_{21}	X_{22}	X_{23}	…	X_{2b}	m_2	E	$(m_2-E)^2$
Ⅲ	X_{31}	X_{32}	X_{33}	…	X_{3b}	m_3	E	$(m_3-E)^2$
…	…	…	…	…	…	…	…	…
t	X_{t1}	X_{t2}	X_{t3}	…	X_{tb}	m_t	E	$(m_t-E)^2$

检验步骤：

(1) 每区组根据变量大小编秩次。

(2) 每处理组的秩次值相加得m_i。

(3) 计算平均秩次E。

$$E=\frac{\sum m_i}{t}=\frac{(1+t)b}{2} \qquad (1)$$

式中t为处理组的组数，b为区组的组数。

(4) 计算检验统计量M。

$$M=\sum(m_i-E)^2 \qquad (2)$$

查Friedman检验临界值表（附录四表27），若$M>M_{0.05}$，则$P<0.05$，可作出各处理组总体分布不同的推论。

(5) 如果t和b超出Friedman临界值的范围，则进一步计算χ_r^2。

$$\chi_r^2=\frac{M}{tb(t+1)/12}=\frac{12}{tb(t+1)}\sum m_i^2-3b(t+1) \qquad (3)$$

自由度=t−1。

当各配伍组有相同秩次时，计算校正χ_r^2。

$$校正\chi_r^2=\frac{\chi_r^2}{1-\frac{\sum(t_j^3-t_j)}{tb(t^2-1)}} \qquad (4)$$

t_j为有相同秩次组j内相同秩次数。

χ_r^2(或校正χ_r^2)近似χ^2分布，可查χ^2临界值表(附录四表16)，按所取检验水准作出推论。

例 某工厂为了比较四个车间的职业危害程度，调查了4个车间中发生的职业病者的发病工龄(调查的人数相等)，考虑到年份的影响，分年份计算了平均工龄如表2。问四个车间的危害程度是否相等？

表2 四个车间中发病者的平均工龄

处理组(车间)	区组(年份) <1950	1950—1954	1955—1959	1960—1964	m_i
1	20(4)	21(3)	15(4)	14(4)	15
2	23(3)	18(4)	17(3)	19(2)	12
3	25(2)	29(1)	20(2)	18(3)	8
4	27(1)	26(2)	23(1)	20(1)	5

这里t=4，b=4。按下列步骤计算：

(1) 编秩次(表2括号内的数字)。

(2) 每处理组秩次相加得m_i。

(3) 按式(1)计算平均秩E，

$$E=\frac{15+12+8+5}{4}=10$$

(4) 按式(2)计算M，

$$M=(15-10)^2+(12-10)^2+(8-10)^2+(5-10)^2=93$$

根据M值可直接查Friedman检验临界值表(附录四表27)的$M_{0.05}$界值，并和M比较。

(5) 进一步计算χ_r^2值，

$$\chi_r^2=93/[(4\times4\times5)/12]=13.95$$

$$自由度=4-1=3$$

因为没有相同秩次，不必校正。χ_r^2近似χ^2分布。查附录四表16，$\chi^2_{0.05(3)}=7.815$。

因为$\chi_r^2>\chi_{0.05(3)}$，所以$P<0.05$，可以认为四个车间的发病工龄不同，从而可间接说明各车间的危害程度不同。

析因设计的方差分析

单因素的方差分析是用来检验一个因素各水平间的作用有无差别，而多因素的方差分析就是从同一批资料中分析多个因素的作用。析因设计的方差分析是多因素方差分析的一种，它不仅可以分析多个因素各自的作用，还可以分析因素之间的相互影响，即交互作用。这种资料大多来自实验，故这里仅作简要介绍。

两因素析因设计的方差分析，是指同时分析两个因素，用A、B来表示。最简单的两因素析因设计是每个因素只有2个水平，即A分A_1和A_2二水平，B分B_1和B_2二水平，故又称2×2实验，共有4种处理组合，实验数据可列成表1形式。

根据这些数据，就可以通过析因方差分析了解因素1和因素2的效应，以及这两个因素的交互作用。如果实验重复次数相等，分析较方便；如果不等，就称次级组含量不等，分析较为复杂，这里不作介绍。

表1 2×2析因分析资料形式

	A_1 B_1	A_1 B_2	A_2 B_1	A_2 B_2
实验结果	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}
	…	…	…	…

共r行，表示实验重复数=r

三因素析因设计的方差分析是指同时分析三个因素及其交互作用的分析方法。如每个因素仅有2个水平，就称为2×2×2析因设计，其实验数据可以列成表2形式。

表2 2×2×2析因分析资料形式

因素A	A_1				A_2			
因素B	B_1		B_2		B_1		B_2	
因素C	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
实验结果	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}
	…	…	…	…	…	…	…	…

共r行，表示实验重复数=r

根据这些数据，可以分析三个因素的作用，还可以分析因素之间两两的交互作用和三个因素的交互作用

现将二个因素、三个因素设计时各因素和交互作用的平方和计算公式列于表3。

表3 二因素及三因素设计中各因素与交互作用平方和计算公式

平方和	二因素	三因素
SS(A)	$\frac{\sum a_{i.}}{rk_b}-c$	$\frac{\sum a_{i..}}{rk_bk_c}-c$
SS(B)	$\frac{\sum b_j}{rk_a}-c$	$\frac{\sum b_{.j.}}{rk_ak_c}-c$
SS(C)		$\frac{\sum c_{..p}}{rk_ak_b}-c$
SS(AB)	$\frac{\sum(a_ib_j)^2}{r}-c$ $-SS(A)-SS(B)$	$\frac{\sum(a_ib_j)^2}{rk_c}-c$ $-SS(A)-SS(B)$
SS(BC)		$\frac{\sum(b_jc_p)^2}{rk_a}-c$ $-SS(B)-SS(C)$
SS(AC)		$\frac{\sum(a_ic_p)^2}{rk_b}-c$ $-SS(A)-SS(C)$
SS(ABC)		$\frac{\sum(a_ib_jc_p)^2}{r}-c$ $-SS(A)-SS(B)-SS(C)$

续表

平方和	二 因 素	三 因 素
		$-SS(AB)-SS(BC)$ $-SS(AC)$
SS(误差)	$\sum X^2-\frac{\sum(a_ib_j)^2}{r}$	$\sum X^2-\frac{\sum(a_ib_jc_p)^2}{r}$

注：① A, B, C因素各有k_a、k_b和k_c水平数

② $a_{i.}$或$a_{i..}$为包含a_i实验处理的实验数据之和。$b_{.j}$或$b_{.j.}$、$c_{..p}$依此类推

③ r为重复数

④ ċ为纠正值$-(\sum X)^2/R$, $SS(总)=\sum X^2-ċ$

⑤ 三个因素以上公式可类推

三因素的方差分析按下表4进行。

表4 ABC三因素析因设计方差分析表

来源	平方和	自由度	均方	F
A	SS(A)	k_a-1	MS(A)	
B	SS(B)	k_b-1	MS(B)	
C	SS(C)	k_c-1	MS(C)	
AB	SS(AB)	$(k_a-1)(k_b-1)$	MS(AB)	
AC	SS(AC)	$(k_a-1)(k_c-1)$	MS(AC)	
BC	SS(BC)	$(k_b-1)(k_c-1)$	MS(BC)	
ABC	SS(ABC)	$(k_a-1)(k_b-1)(k_c-1)$	MS(ABC)	
区组	SS(区组)	$r-1$		
误差	SS(误差)	$(r-1)(k_a \cdot k_b \cdot k_c)$	MS(误差)	

注：1. 区组平方和计算见"随机区组设计"方差分析条

2. 残差平方和的计算=SS(总)−SS(A)−SS(B)−…−SS(ABC)−SS(区组)

当不分区组时SS(误差)−SS(总)−SS(A)…−SS(ABC)

3. MS(·)=SS(·)/自由度

4. F=MS(因素或交互作用)/MS(误差)

5. AB、AC和BC称为因素的一级交互作用

ABC为二级交互作用

例 有两种药物，试验各药物用于动物后的效应。A因素表示第一种药物、B因素表示第二种药物。a_1为不给A药，a_2为给A药，b_1不给B药，b_2给B药。一套试验分a_1b_1、a_2b_1、a_1b_2和a_2b_2四种处理，这套试验反复作了5次，其结果列表5。

表5 试验结果

	a_1b_1	a_2b_1	a_1b_2	a_2b_2	计
	5	10	15	20	
	7	8	13	23	
	6	10	14	16	
	10	11	12	13	
	4	9	16	24	
$\sum y$	32	48	70	96	246

$\sum y^2=3612$　$k_a=k_b=2$，　$r=5$，　$n=k_a\times k_b\times r=20$

计算(1)纠正值$(ċ)=(\sum y)^2/n=246^2/20=3\,025.8$

(2) $SS(总)=\sum y^2-(\sum y)^2/n=3\,612-3\,025.8=586.2$

(3) $SS(A)=\sum(a_i)^2/rk_b-ċ=\frac{(32+70)^2}{5\times2}+\frac{(48+96)^2}{5\times2}-3\,025.8=88.2$

(4) $SS(B)=\sum\frac{(b_j)^2}{rk_a}-ċ=\frac{(32+48)^2}{5\times2}+\frac{(70+96)^2}{5\times2}-3\,025.8=369.8$

(5) $SS(AB)=\sum\frac{(a_ib_j)^2}{r}-ċ-SS(A)-SS(B)=\frac{32^2}{5}+\frac{48^2}{5}+\frac{70^2}{5}+\frac{96^2}{5}-3\,025.8-88.2-369.8=5.0$

(6) $SS(误差)=SS(总)-SS(A)-SS(B)-SS(AB)=123.2$

作方差分析表6。将上列计算结果列入表中计算出各项自由度，均方及F值。

表6 析因设计实例方差分析表

变异来源	SS	自由度	MS	F
A因素	88.2	$k_a-1=1$	88.2	11.4*
B因素	369.8	$k_b-1=1$	369.8	48.0*
AB	5	$(k_a-1)(k_b-1)=1$	5	
误差	123.2	$(r-1)(k_a-k_b)=16$	7.7	

* 表示$P<0.05$

结论：A因素、B因素均有统计学意义，交互作用不显著。

两因素定性数据的比较

医学上许多观察指标不能测量，只能以发生或不发生来表示，如是否发生某种疾病，是否死亡等等。在资料整理时，将这些数据按定性变量分类，然后计算出每类中的个体数，把这些数字排列成的表称为列联表(contigency table)。分类时所用的定量变量个数称为维数(dimension)。一维列联表即为频数表；二维列联表为行×列表(又称k×r表)，最简单的是四格表(2×2表，即有2行和2列)；三维以上的称为多维列联表。在单因素分析时，资料常表达为四格表或2×k表的形式，用率的显著性检验或χ^2检验等来分析。当有两个因素如A因素和B因素时，则资料就用三维列联表形式表示，处理这种资料的方法称为两因素定性数据分析。其中最简单的是8个格子的表，因为有2个因素，每个因素都是分两个水平，每个水平分别有发生反应和无发生反应之分，故称为2×2×2表(表1)。如果其中有一因素如B因素水平增加，则格子数也增加，此时称为2×r×2表(表2)。

表1 2×2×2表

	A低水平		A高水平	
	+	-	+	−
B低水平	a_1	b_1	c_1	d_1
B高水平	a_2	b_2	c_2	d_2

+为发生反应，－为无反应

表2 2×r×2表

B的不同水平	A低水平		A高水平	
	+		+	−
B_1	a_1	b_1	c_1	d_1
B_2	a_2	b_2	c_2	d_2
…	…	…	…	…
B_r	a_r	b_r	c_r	d_r

因为两个因素的作用之间可能存在交互作用，所以不能简单地合并成普通四格表或2×k表的方法来分析，必须采用下面介绍的方法来处理。

两因素定性数据分析的方法很多，如χ^2值相加法，χ值相加法、理论数合并法、Cochrah法、2×2×2表交互作用分析、MH卡方、相对死亡比、标准死亡比、比例死亡比等方法。多变量统计方法中有logistic回归模型、对数线性模型等分析方法。χ^2值相加法和χ值相加法等现已较少应用。Cochran检验、相对死亡比在标准化率的比较中较常用。由于MH法、Logistic回归模型和对数线性模型在流行病学上应用渐趋普遍，故在各有关条目中分别介绍。这里仅介绍cochran检验。但cochran检验并不解决两个因素的交互作用问题，因此又介绍2×2×2表交互作用的分析法

cochran检验 主要用于当有两个因素A和B存在时，平衡了B因素后，分析A因素对效应的影响。这里，A因素有两个水平，分别为A_1和A_2；B因素有两个或多个水平，为B_1，B_2…B_r；每个水平的结果为正或负，构成一个2×r×2表。（表2）按B因素的每个水平（每一层），分别计算A_1和A_2的阳性率P_{i1}和P_{i2}，再计算每一层这两个率的差值d_i和它的权重w_i（表3）。

表3 Cochran检验初步计算

组别(i)	因素	A_1			A_2			合计		p_{i1}	p_{i2}	d_i	p_i	w_i
		+	−	计	+	−	计	+	−					
1	B_1	a_1	b_1	n_{11}	c_1	d_1	n_{12}	a_1+c_1	b_1+d_1	$\frac{a_1}{n_{11}}$	$\frac{c_1}{n_{12}}$	$p_{11}-p_{12}$	$\frac{a_1+c_1}{n_{11}+n_{12}}$	$\frac{n_{11}n_{12}}{n_{11}+n_{12}}$
2	B_2	a_2	b_2	n_{21}	c_2	d_2	n_{22}	a_2+c_2	b_2+d_2	$\frac{a_2}{n_{21}}$	$\frac{c_2}{n_{22}}$	$p_{21}-p_{22}$	$\frac{a_2+c_2}{n_{21}+n_{22}}$	$\frac{n_{21}n_{22}}{n_{21}+n_{22}}$
…	…		…			…		…		…	…	…	…	
r	B_r	a_r	b_r	n_{r1}	c_r	d_r	n_{r2}	a_r+c_r	b_r+d_r	$\frac{a_r}{n_{r1}}$	$\frac{c_r}{n_{r2}}$	$p_{r1}-p_{r2}$	$\frac{a_r+c_r}{n_{r1}+n_{r2}}$	$\frac{n_{r1}n_{r2}}{n_{r1}+n_{r2}}$

表4 雄雌大鼠吸入甲醛蒸气引起肿瘤(鼻腔鳞状细胞癌除外)的发病统计

甲醛浓度 (mg/m^3)	雄 (♂) +	雄 (♂) −	雌 (♀) +	雌 (♀) −	合计 +	合计 −	p_i♂	p_i♀	d	p_i	w_i
0	2	116	0	114	2	230	0.0169	0	0.0169	0.0086	$\frac{118\times114}{118+114}=58.0$
2.5	4	114	4	110	8	224	0.0339	0.0351	0.0012	0.0345	$\frac{118\times115}{118+115}=58.5$
6.9	6	113	0	119	6	232	0.0504	0	0.0504	0.0252	$\frac{119\times119}{119+119}=59.5$
14.6	7	110	2	113	9	223	0.0598	0.0174	0.0424	0.0388	$\frac{117\times115}{117+115}=58.0$
											234.0

然后，把各层d_i进行加权平均得$\bar{d}$，并计算它的方差，作χ^2检验。

根据表3初步计算结果，进一步计算

$$\bar{d}=(\sum W_i d_i)/(\sum W_i) \quad (1)$$

$$s_{\bar{d}}^2=[\sum W_i p_i(1-p_i)]/(\sum W_i)^2 \quad (2)$$

$$\chi^2=\bar{d}^2/s_{\bar{d}}^2 \quad (3)$$

自由度=1。

查χ^2分布临界值表，与$\chi^2_{(0.05,1)}$相比，作出推断。

例1 雌雄大鼠吸入甲醛蒸气引起鼻腔鳞状细胞癌以外的其他肿瘤，统计见表4，问甲醛蒸气引起这些肿瘤在性别上有无差别？

将性别作为A因素，甲醛浓度作为B因素，作Cochran检验。

根据式(1)、(2)、(3)计算出$\bar{d}$，$s_{\bar{d}}^2$和χ^2。

$$\bar{d}=[58\times0.016\,9+58.5\times(-0.001\,2)+59.5\times0.050\,4+58\times0.042\,4]/234=6.369/234=0.027\,21$$

$$\begin{aligned}s_{\bar{d}}^2&=(58\times0.008\,6\times0.991\,4+58.5\times0.031\,5\times0.965\,5+59.5\times0.025\,2\times0.974\,8+58\times0.038\,8\times0.961\,2)/234^2\\&=(0.494\,51+2.181\,73+1.461\,62+2.163\,08)/234^2\\&=6.300\,94/234^2\\&=0.000\,115\end{aligned}$$

$$\chi^2=0.027\,21^2/0.000\,15=6.437$$

当自由度＝1时，$\chi^2_{0.05}=3.84$，本例$\chi^2>\chi^2_{0.05}$，故$P<0.05$。说明雄雌大鼠在吸入不同浓度甲醛蒸气引起的肿瘤(鳞状细胞癌除外)发生率是不同的。从差值的均数$\bar{d}$可知，雄雌相差平均为2.7%。

2×2×2表交互作用分析 交互作用是指当两个(或多个)因素共同存在时出现的实际反应(或效应)值，与根据各个因素单独作用出现的反应(或效应)值，通过某种模式推算它们共同存在时的期望反应(或效应)值相比，而出现显著不相符合的情况。分析A、B两个因素对某反应有无交互作用，可用下法检验。数据整理如表1格式。

设π_{ia}、π_{ib}、π_{ic}、π_{id}为无交互作用时在B_i层a、b、c、d四个格子中的理论频数，i＝1、2。

H_0: $\dfrac{\pi_{1b}\pi_{1c}}{\pi_{1a}\pi_{1d}}=\dfrac{\pi_{2b}\pi_{2c}}{\pi_{2a}\pi_{2d}}$，即B因素第1层中，A因素两个水平出现反应的比数比与B因素第2层中出现反应的比数比相等。

H_1: $\dfrac{\pi_{1b}\pi_{1c}}{\pi_{1a}\pi_{1d}}\neq\dfrac{\pi_{2b}\pi_{2c}}{\pi_{2a}\pi_{2d}}$，即上述的两者不相等。

假定$\dfrac{b_1c_1}{a_1d_1}<\dfrac{b_2c_2}{a_2d_2}$，即$b_1c_1a_2d_2<b_2c_2a_1d_1$。通过下式计算实际数与理论数的差值x：

$$(b_1+x)(c_1+x)(a_2+x)(d_2+x)=(b_2-x)(c_2-x)(a_1-x)(d_1-x) \quad (4)$$

a_i, b_i, c_i, d_i(i＝1,2)为表1中格子的实际数，通过尝试法，求出x，然后将实际数与x相加，得相应格子的理论数(E_i)，用下式计算χ^2值。

$$\chi^2=x^2\sum\frac{1}{E_i} \quad (5)$$

自由度ν＝1，查χ^2值表，作出推论。

表5 不同年龄人群接触与不接触有害因素的发病比较

年 龄	对照	(A₁)	接触	(A₂)	bc
(B)	+	−	+	−	ad
青壮年(B_1)	20	980	40	960	2.0
老 年(B_2)	45	955	18	82	4.7

例2 对一职业人群根据年龄(B)是否接触某有害因素(A)分为4组，观察其发生神经衰弱的情况，结果见表5，问年龄和接触这一有害因素对神经衰弱有无交互作用？

H_0：青壮年接触组与对照组的神经衰弱比数比与老年组的比数比相等。

H_1：两者不相等。

$\alpha=0.05$。

将表5的数据代入式(4)，

$$(980-x)(40+x)(45+x)(82+x)=(955-x)(18-x)(20-x)(960-x)$$

用尝试法求解，得

$x=4.57$

将表5中8个格子的实际数与4.57相加，得相应的理论数，代入式(5)，

$$\chi^2=4.57^2\left(\frac{1}{15.43}+\frac{1}{984.57}+\frac{1}{44.57}+\frac{1}{955.43}+\frac{1}{49.57}+\frac{1}{950.43}+\frac{1}{13.43}+\frac{1}{86.57}\right)=4.10$$

当ν＝1时，$\chi^2_{0.05}=3.84$，现$\chi^2>\chi^2_{0.05}$，$P<0.05$。故可认为年龄和接触这一有害因素对发生神经衰弱有交互作用，老年接触者发病危险度增加。

MH(Mantel Haenszel)χ^2检验

MHχ^2检验是由Mantel和Haenszel提出，用于处理分层资料，以便控制混杂作用影响的一种合并χ^2检验方法。在研究某危险因素A与出现的反应(或效应)之间的联系时，在许多情况下，由于有混杂因素B的存在(如性别、年龄等)，而导致对这联系产生曲解。MHχ^2检验将混杂因素分层，分别统计每层的效应实际发生人数、期望数和方差，然后合并，计算χ^2_{MH}值，以校正因混杂因素在接触组与对照组的分布不同所产生的影响。另外，MHχ^2检验是仅以效应的实际发生数与它的理论期望数相差等于0作为推理出发的，它不必考虑效应的不发生人数。这就解决了一般χ^2检验时，必须包括效应不发生人数，但用人年作分母时又无法提供效应不发生人数的难题。所以，MHχ^2检验尤为适用于流行病学调查中有人年数的资料。

计算步骤是首先将待校正因素B(混杂因素)的各个水平分层，得到如表1形式的表格。

然后，按每层(即B因素在相同水平下)分析两组发病率，这样就消除了B因素在两组中不平衡造成的影响。

这一方法是按每一行的四格表，如计算出i行第一格a_i的期望值a_{iE}，

$$a_{iE}=\frac{(a_i+b_i)(a_i+c_i)}{n_i}$$

两者之差为a_i-a_{iE}，方差为

$$(a_i+b_i)(c_i+d_i)(a_i+c_i)(b_i+d_i)/n_i^2(n_i-1)$$

各层合并得

$$\chi^2_{MH}=\frac{\{|\sum a_i-\sum a_{iE}|-0.5\}^2}{\sum\{(a_i+b_i)(c_i+d_i)(a_i+c_i)(b_i+d_g)/[n_i^2(n_i-1)]\}} \quad (1)$$

自由度＝1

式中0.5为连续性校正。式(1)经过简单的数学推导可得式(2)、

$$\chi^2_{MH}=\frac{\{\sum|(a_id_i-b_ic_i)/n_i|-0.5\}^2}{\sum\{(a_i+b_i)(c_i+d_i)(a_i+c_i)(b_i+d_i)/[n_i^2(n_i-1)]\}} \quad (2)$$

自由度=1

表1 两组对比校正不平衡因素的发病数据

按B因素分层	接触组			对照组			合计		
	发病		小计	发病		小计	发病		小计
	+	−		+	−		+	−	
1	a_1	b_1	n_{11}	c_1	d_1	n_{12}	(a_1+c_1)	(b_1+d_1)	$n_1.$
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
i	a_i	b_i	n_{i1}	c_i	d_i	n_{i2}	(a_i+c_i)	(b_i+d_i)	$n_i.$
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
k	a_k	b_k	n_{k1}	c_k	d_k	n_{k2}	(a_k+c_k)	(b_k+d_k)	$n_k.$

每一层一般有

$$\chi^2=\frac{[(a_id_i-b_ic_i)/n_i]^2}{[(a_i+b_i)(c_i+d_i)(a_i+c_i)(b_i+d_i)/n_i^3]}$$

当每一层分母部分，乘上$\frac{n_i}{n_{i-1}}$后，相当于χ^2_{MH}相应值。

因i层的

$$p_{i1}-p_{i2}=\frac{a_i}{a_i+b_i}-\frac{c_i}{c_i+d_i}=\frac{a_id_i-b_ic_i}{n_{i1}+n_{i2}}$$

i层的$(a_id_i-b_ic_i)/n_{i.}=\frac{n_{i1}\times n_{i2}}{n_{i.}}(p_{i1}-p_{i2})$，以

$w_i=\frac{1}{(\frac{1}{n_{i1}}+\frac{1}{n_{i2}})}$ 可得如下形式的χ^2_{MH}，

$$\chi^2_{MH}=\{|\sum w_i(p_{i1}-p_{i2})|-0.5\}^2/\{\sum w_ip_i(1-p_i)\frac{n_{i.}}{n_{i.-1}}\} \quad (3)$$

自由度=1

此式与Cochran检验的χ^2公式（见"两因素定性数据比较"条）相近，因连续性校正及分母部分$\frac{n_i}{n_{i.}}$值使样本估计总体方差略接近。同一实例，χ^2_{MH}值比Cochranχ^2值略小。

例 现有接触甲醛工人1 316人，以年龄相仿而不接触甲醛的407人为对照，经长期观察，得男女分组的肿瘤死亡数及观察人年数如表2。试比较接触毒物与不接触毒物两组人群的肿瘤死亡率。

表2 接触甲醛组与对照组肿瘤死亡数与人年数数据的初步运算

	接触组		对照组		合计		W	$p_{i1}-p_{i2}$
	死亡数 a	人年数 n_{i1}	死亡数 c	人年数 n_{i2}	死亡数	人年数		
男	63	19 400	8	6 709	71	26 109	$\frac{19\,400\times6\,709}{26\,109}=4\,985.05$	$\frac{63}{19\,400}-\frac{8}{6\,709}=0.002\,50$
女	10	9 951	1	2 250	11	12 201	$\frac{9\,951\times2\,250}{12\,201}=1\,835.07$	$\frac{10}{9\,951}-\frac{1}{2\,250}=0.000\,56$

该人群由不同性别的工人所组成，且接触组的性比例为1.95，对照组为2.98。由于性别不同，其肿瘤的死亡率也可能不同。为了纠正性别的影响，用MHχ^2检验的方法，平衡了性别因素后，再比较接触组与对照组肿瘤死亡率的差别。

公式(3)为

$$\chi^2_{MH}=\{|\sum W_i(p_{i1}-p_{i2})|-0.5\}^2/\{\sum W_ip_i(1-p_i)\frac{n_{i.}}{n_{i.-1}}\}$$

$$|\sum W_i(p_{i1}-p_{i2})|-0.5=|4\,985.05\times0.002\,50+1\,835.07\times0.000\,56|-0.5=12.990\,3$$

$$\sum W_ip_i(1-p_i)\frac{n_i}{n_{i.-1}}$$

$$=4\,985.05\times\frac{71}{26\,109}\times(1-\frac{71}{26\,109})\times\frac{26\,109}{26\,109-1}+1\,835.07\times\frac{11}{12\,201}\times\left(1-\frac{11}{12\,201}\right)\times\frac{12\,201}{12\,201-1}$$

$$=13.519\,8+1.653\,1=15.172\,9$$

$$\chi^2_{MH}=\frac{12.990\,3^2}{15.172\,9}=11.121\,6$$

自由度=1。查χ^2表的$\chi^2_{(0.05,1)}$，$P<0.05$。纠正性别因素后，接触甲醛工人死亡率比不接触甲醛工人死亡率显著增高。

理论数合并法

理论数合并法是在k×r×c列联表（见"两因素定性数据的比较"条）通过计算出各个小格的理论数，再根据理论数之和与观察实际数之和，分析各因素作用的一种假设检验方法。例如，可将k作为A因素水平数，r为B因素水平数，c为定性的应变量分类数（如发病与不发病两类）。分析的目的是检验A因素或B因素对结果（如发病率）是否有影响。理论数合并法是在分析A因素与结果关系时，消除B因素混杂作用的影响，或分析B因素与结果关系时，不受A因素混杂作用的影响。

分析方法是，在分析A因素与结果关系时，先将B因素不同水平分层，每一层的A因素与结果的k×c表，分别计算每一格的理论数。现以四格表为例：

$$E(a_i)=\frac{(a_i+b_i)(a_i+c_i)}{n_{i.}} \quad (1)$$

$$E(b_i)=\frac{(a_i+b_i)(b_i+d_i)}{n_i} \quad (2)$$

$$E(c_i)=\frac{(a_i+c_i)(c_i+d_i)}{n_i} \quad (3)$$

$$E(d_i)=\frac{(b_i+d_i)(c_i+d_i)}{n_i} \quad (4)$$

式中a_i，b_i，c_i和d_i分别为第i层四个格子的实际数，n_i为第i层的合计数。$E(a_i)$，$E(b_i)$，$E(c_i)$和$E(d_i)$分别表示第i层四个格子相应的理论数。k×c表可依此类推。

各层的理论值计算出来后，再计算另一个层次的k×c表的理论数。把各层k×c表的观察数相加，理论数也相加，然后按下式作χ^2检验，

$$\chi^2=\Sigma\frac{(A-E)^2}{E} \quad (5)$$

式中A为实际数合计，E为理论数合计。

在分析B因素与结果的关系时，方法同上。

例 雌雄大鼠吸入不同浓度甲醛蒸气引起肿瘤(鳞形细胞癌除外)的数据如表1、2。试用理论数合并法分别分析性别(A因素)和不同浓度甲醛蒸气(B因素)对肿瘤的影响。

1. 年龄对发病影响的分析

(1) 按甲醛浓度分层，计算每层性别×发病4格表的理论值，如甲醛浓度为0的一层，左侧四格的理论数的计算：

$$a格=\frac{(a+b)(a+c)}{n}=\frac{(2+116)(2+0)}{(2+230)}=1.02$$

$$b格=\frac{(a+b)(b+d)}{n}=\frac{(2+116)(116+114)}{(2+230)}=116.98$$

余依次类推。

表1 按甲醛浓度分层，分析性别对大鼠发生肿瘤(鳞状细胞癌除外)的影响

甲醛浓度	观察数						理论数			
	雄		雌		合计		雄		雌	
(mg/m³)	+	−	+		+	−	+	−	+	−
	(a)	(b)	(c)	(d)			(a)	(b)	(c)	(d)
0	2	116	0	114	2	230	1.02	116.98	0.98	113.02
2.5	4	114	4	110	8	224	4.07	113.93	3.93	110.07
6.9	6	113	0	119	6	232	3.00	116.00	3.00	116.00
14.6	7	110	2	113	9	223	4.54	112.46	4.46	110.54
	19	453	6	456	25	909	12.63	459.37	12.37	449 63

(2) 计算雄雌大鼠与肿瘤发病各层观察数与理论数相加后两个四格表χ^2。

$$\chi^2=\frac{(19-12.63)^2}{12.63}+\frac{(453-459.37)^2}{459.37}+\frac{(6-12.37)^2}{12.37}+\frac{(456-449.63)^2}{449.63}=6.67$$

自由度=1，$P<0.05$。

说明雄性动物易患肿瘤。

2. 甲醛浓度对发病影响的分析

表2 按性别分层，分析甲醛浓度对大鼠发生肿瘤的影响

甲醛浓度 (mg/m³)	观察数值						理论数值					
	雄		雌		合计		雄		雌		合计	
	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
0	2	116	0	114	2	230	4.75	113.25	1.48	112.52	6.23	225.77
2.5	4	114	4	110	8	224	4.75	113.25	1.48	112.52	6.23	225.77
6.9	6	113	0	119	6	232	4.79	114.21	1.55	117.45	6.34	231.66
14.6	7	110	2	113	9	223	4.71	112.29	1.49	113.51	6.2	225.8
合计	19	453	6	456	25	909						

如要分析纠正性别因素后不同浓度甲醛的肿瘤发病，先如表2将全部数据先分雌雄两层次分别计算出每个层次的理论值，然后把各层观察值与理论值相加，计算χ^2值(见表2)。

(1) 先将雄鼠的数据按四种甲醛浓度和是否发病分组为4×2共8个格子内数据，计算出它们的理论值，如浓度为0、发病为+的一格的理论值为：

$$\frac{(2+116)\times19}{(19+453)}=4.75$$

上式中(2+116)是浓度为0的雄鼠数、19为雄鼠发病数、(19+453)为实验共用雄鼠数。其余各格子的理论数，也可按此类推算出。

用同样方法可得雌鼠层次的4×2个格子的理论值。全部理论值见于表2右侧。

(2) 分别计算4个浓度观察值合计与理论值的合计，作χ^2检验。

$$\chi^2=\Sigma\frac{(A-E)^2}{A}=4.77$$

自由度=(4−1)(2−1)=3。(因每层为4×2格表)

查χ^2表，$P>0.05$。故这次实验结果并不说明不同浓度的甲醛对肿瘤发病有所不同。

标准化死亡比假设检验

在流行病学死亡率调查中，往往是将调查人群与当地一般人群(参照人群)作比较，以揭示调查人群是否因

接触某有害因素后某病的死亡危险度增高。但如果只采用两组的粗死亡率作比较，由于未考虑年龄分布的差别，作为危险度指标的价值是有限的。因此，必须校正人群组内部的年龄构成，得到年龄标准化死亡率后，再行比较。标准化死亡比(standardized mortality ratio，SMR)就是用间接法使两组年龄构成标准化后，再比较其死亡率的一个评价危险度的指标。它是一个被调查人群在观察期间实际死亡数与按参照人群死亡水准计算而得的预期死亡数的比值；计算预期死亡数时，先要设立一个标准年龄别死亡率(M_i)。设立的方法一般是把当地人口的年龄别死亡率或可与调查对象相比的参照人群(如包括各对比研究人群的混合)的年龄别死亡率作为标准，再将作为调查对象的人群各年龄组人数(n_i)分别乘以相同年龄组的标准死亡率(M_i)，得到各个年龄组的预期死亡数，其和为总预期死亡数(E)。用公式表示：

$$SMR = X/E = X/(\sum n_i M_i) \quad (1)$$

式中，X为被调查人群的实际死亡数，E为这个人群的预期死亡数，n_i是被调查人群第i个年龄组的人数，M_i是参照人群第i个年龄组的死亡率。理论上讲，当被调查对象的死亡率水准与参照人群相同时，SMR=1但由于抽样误差的影响，SMR不一定等于1，因而需要进行显著性检验。如SMR显著地大于1，表示被调查对象因有除年龄因素之外的某些原因而有较高的死亡率水平。

对SMR值进行显著性检验时，可以把实际死亡数X当作Poisson分布总体中抽取出的一个样本，可在Poisson分布可信区间表(附录四表11)中查出95%可信区间。如果期望死亡数E在这一可信区间之内，表明所得的SMR无显著意义；如果期望死亡数E超出这可信区间，表明SMR是显著的，它不是参照总体中的一个样本。

以外，也可直接查SMR的临界值表(附录四表12)。

查表时，先从表中找到样本实际数(即某人群某病实际死亡数)所在行，把计算所得的SMR与表中相应P值上下界的数值进行比较，若SMR在P=0.05的上、下界之间，则$P>0.05$；若超出这范围，则$P<0.05$。其他按此类推。查出P值后，按所取检验水准作出推论。

例 某地港务局1973—1977年在册人数根据观察年数算成人年数，按性别、年龄分组，列如表1。在这一期间，职工中有130个男职工、2个女职工死于食管癌。现以当地同期间参照人群死亡率作为标准死亡率，试计算SMR。

$$X = 130 + 2 = 132$$

$$E = 95.8 + 1.8 = 97.6$$

$$SMR = \frac{X}{E} = \frac{132}{97.6} = 1.35$$

查SMR临界值表(附录四表12)。当X=120时，SMR的临界值区间为0.836—1.206，当X=140时，SMR的临界值区间为0.847—1.189。现SMR=1.35，在上述区组之外，表示这SMR是显著的。

在职业流行病学调查中，先要得到每年的观察人数，然后算出总观察人年数。人年是指在危人群的每一个个体实际被观察年数的总和。观察人年数是一个比较方便的方法，是将每年年初和年末人数相加除2，然后将每年的人年数相加，就可得到总观察人年数。

表1 某港务局1973—1977年在册职工的观察人年数及其预期死亡数

年龄分组(岁)	男职工 观察人年数	男职工 标准死亡率(每10万人)	男职工 预期死亡数	女职工 观察人年数	女职工 标准死亡率(每10万人)	女职工 预期死亡数
不满30	74 581	0.22	0.2	12 782	0.19	0
30—39	44 746	1.36	0.6	10 929	0.25	0
40—49	20 831	10.41	2.2	7 185	4.76	0.3
50—59	32 162	50.90	16.4	3 037	48.39	1.5
60以上	38 609	177.76	76.4			
合计			95.8			1.8

如按表2各年龄组的历年年末人数，计算得到表3中合计人年数为4 375。

表2 历年年末在职人数

年龄组	1973	1974	1975
30岁以下	150	110	180
30—39	800	850	700
40—49	750	660	800
50—59	600	500	550

表3 人年计算表

年龄分组	1974 年初	1974 年末	1974 观察人年数	1975 年初	1975 年末	1975 观察人年数	合计人年数
30岁以下	150	110	130	110	180	145	275
30—39	800	850	825	850	700	775	1 600
40—49	750	660	705	660	800	730	1 435
50—59	600	500	550	500	550	525	1 075

也可把表1中1973年和1975年人数相加除2，再加上1974年人数，其结果相同。

比例死亡比假设检验

在某些流行病学调查中，由于收集不到调查人群的实际数目，无法估计死亡率，只能计算以构成比表示的某死因死亡比例(某死因死亡数/全部死因死亡数)。与SMR相似，校正年龄构成后，再比较调查人群和一般人群两组的年龄标准化死亡比例，则采用了比例死亡比这一指标。比例死亡比(proportional mortality ratio，PMR)是一个被调查人群在观察期间的某死因实际死亡

数(X)与按参照人群的某死因死亡数占总死亡数的百分比计算而得的某死因期望死亡数(E)的比值(X/E)。其期望死亡数是以某死因死亡数与总死亡数的构成比为基础的,但与SMR不同。用公式表示:

$$PMR = X/E = X/(\sum d_i p_i) \quad (1)$$

上式中,X为被调查人群的某死因实际死亡数,E为这个人群的某死因的期望死亡数,d_i是这个人群第i个年龄组全部死因的死亡人数,p_i是参照人群第i个年龄组的某死因死亡占全部死因死亡人数的百分比

当被调查对象某死因占全部死因的百分比,与参照组相比无差别的,PMR=1。考虑了抽样误差后,PMR仍显著地大于1,说明被调查对象的某死因死亡占总死亡人数的比重(构成比)较参照人群为高。

PMR只是反映死于某病的比例高低的一个指标,比例增高,既可以是该病因死亡率增加的缘故,也可以是其他主要病因死亡率下降所造成的。因此,从理论上来看,一个人群某病的死亡占总死亡数的构成较参照人群为高,并不一定说明这一个人群的某病死亡数较高。然而,实际上在不少的例子中,当一个人群对某一种疾病的PMR较高时,标准化死亡比(SMR)也较高。另外,在研究时收集所需原始数据方面,PMR只需收集某个被调查人群和参照人群的死亡数据,包括死因、年龄、性别组成。所以,这一方法常用来研究某个职业人群是否易死于某种疾病的初步调查研究。

对PMR进行显著性检验,可用一般的χ^2检验,将因某病死亡的实际数X_1、期望数E_1、因其他死因的实际数X_2,期望数E_2代入公式(2)得χ^2值,其自由度为1,与$\chi^2_{0.05}$比较,作出推论。

$$\chi^2 = \frac{(X_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(X_2 - E_2)^2}{E_2} \quad (2)$$

例 职业接触砷的工人中,75名死者中因肿瘤死亡22人。以其他不接触砷的职业人群为对照,1 216人死亡者中因肿瘤死亡157人。他们的年龄分组见表1,试计算这群接触砷工人肿瘤死亡的比例死亡比(PMR)。

表1 接触砷工人和对照工人的死亡数、因肿瘤死亡数按年龄分组统计(男性)

年龄组(岁)(i)	接触砷工人		对照工人		两组合计		(肿瘤死亡/总死亡)×100%(p_i)
	死亡数(di)	其中因肿瘤死亡数	死亡数(di)	其中因肿瘤死亡数	死亡数(di)	其中因肿瘤死亡数	
40—54	29	8	268	30	297	38	12.97
55—69	33	12	386	64	419	76	18.14
70及以上	13	2	562	63	575	65	11.30
合计	75	22	1 216	157	1 291	179	13.87

(1) 确定标准肿瘤死亡百分比:以接触砷工人死亡数和对照工人死亡数合计数据为标准,计算出各个年龄组的肿瘤死亡占各死因总和的百分比p_i(表1最后一列)。

表2 接触砷工人因肿瘤及其他死因的期望值计算

年龄组(i)	死亡人数(di)	因肿瘤死亡		其他死因死亡	
		实际数	期望数(e_i)	实际数	期望数(d_i-e_i)
40—54	29	8	3.7	21	25.3
55—69	33	12	6.0	21	27.0
70及以上	13	2	1.5	11	11.5
合计	75	22	11.2	53	63.8

(2) 期望数、PMR的计算:接触者各年龄组的因肿瘤死亡期望数(e_i)为死亡人数d_i乘上标准肿瘤死亡百分比p_i,列于表2第4列。表2中"其他死因期望数"为d_i-e_i。

$$PMR = \frac{X}{E} = \frac{22}{11.2} = 1.96$$

(3) 接触组为标准人群的随机样本的假设检验:用公式(2):

$$\chi^2 = \frac{(22-11.2)^2}{11.2} + \frac{(53-63.8)^2}{63.8} = 11.72$$

自由度=1

这一χ^2值大于P=0.05的χ^2值,有显著性意义,表明砷接触死亡工人死于肿瘤的百分比比一般人群高。

PMR虽不是以率为基础的,但也可近似地反映某个人群是否易于发生某种死亡。PMR计算较SMR方便,资料易于收集,可作为一个探索性指标。

分布及分布拟合

χ^2分布

χ^2分布是一种连续型分布，可用于检验资料的实际频数和按检验假设计算的理论频数是否相符等问题。

ν个相互独立的标准正态变量$z_i(i=1,2\cdots\nu)$的平方之和称为χ^2变量，即

$$\chi^2=Z_1^2+Z_2^2+\cdots+Z_\nu^2,$$

$$Z_i=\frac{X_i-\mu}{\sigma} \qquad (1)$$

它的分布即为χ^2分布，其自由度为ν。式中X_i为服从正态分布的变量，μ为总体均数，σ为总体标准差。

在实际应用时，资料中k个实际频数A_i与相应的理论频数T_i之间差别的大小，可用式(2)表示。如果样本含量n足够大，比如说，大于40，且各T_i都大于5，则式(2)近似于χ^2分布。n愈大，近似程度愈好。

$$\sum_{i=1}^{k}\frac{(A_i-T_i)^2}{T_i} \qquad i=1,2\cdots k \qquad (2)$$

密度函数及其图形 χ^2分布的密度函数为

$$f(\chi^2)=\frac{1}{2\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)}\left(\frac{\chi^2}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}-1}e^{-\frac{\chi^2}{2}} \qquad (3)$$

$$0\leqslant\chi^2<\infty,\ \nu=1,2,3\cdots$$

式中$\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)$是伽玛(gamma)函数在$\frac{\nu}{2}$处的函数值。当$\nu$为正整数时，可按下法求之：

当$\nu(=2k)$ 为偶数时，$\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)=(k-1)!$；

当$\nu(=2k-1)$为奇数时，

$$\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)=\frac{(2k-3)(2k-5)\cdots(3)(1)}{2^{k-1}}\sqrt{\pi}$$

例如，$\nu=10=2(5)$时

$$\Gamma\left(\frac{10}{2}\right)=\Gamma(5)=4!=24$$

$\nu=9=2(5)-1$时，

$$\Gamma\left(\frac{9}{2}\right)=\frac{(7)(5)(3)(1)}{2^4}\sqrt{\pi}=11.631\,73$$

$\nu=1=2(1)-1$时

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)=\sqrt{\pi}=1.772\,45$$

这样。已知ν时，就能按式(3)绘出χ^2分布曲线，如图1。

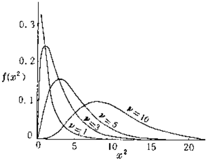


图1 不同自由度时的χ^2分布曲线

χ^2分布的分布函数为

$$F(\chi^2)=\int_0^{\chi^2}\frac{1}{2\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)}\left(\frac{\chi^2}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}-1}e^{-\frac{\chi^2}{2}}dx^2 \qquad (4)$$

它的几何意义是χ^2分布曲线下从0到某给定χ^2值的面积，如图2(a)。

χ^2分布的分位数 当ν确定后，χ^2分布曲线下右侧尾部的面积P为指定值α时，横轴上相应的界值χ^2，记作$\chi^2_{\alpha,\nu}$，如图2(b)，这就是χ^2分布的分位数，此值有χ^2界值表(附录四表16)可查。作χ^2检验时，先求得观察样本的统计量χ^2值，然后按ν由表查得P值的大小。

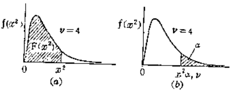


图2 χ^2分布曲线下的面积

χ^2分布与正态分布的关系：

(1) 从图1可见，当ν逐渐增大时，χ^2曲线逼近于正态曲线，这时它们的分布函数有如下关系：

$$\begin{cases}\int_0^{\chi^2} f(\chi^2)d\chi^2 \doteq \Phi(u) \\ z=\dfrac{\chi^2-\nu}{\sqrt{2\nu}}\end{cases} \tag{5}$$

式中的自由度ν恰好等于χ^2分布的均数，2ν等于它的方差。

(2) 当$\nu=1$时，由式(1)可知，χ^2变量等于标准正态变量的平方，因此，$\chi^2_{\alpha,1}$等于标准正态分布的双侧分位数z_α之平方。例如$z_{0.05}=1.96$，而$\chi^2_{0.05,1}=3.84=(1.96)^2=z^2_{0.05}$

用途

(1) 直接应用：用于检验某一分布的实际频数与理论频数是否符合；某些统计量的分布可用χ^2分布作近似处理，如各组含量不小于5，且组数不小于3时，秩和检验统计量H的分布可近似地用χ^2分布来代替；正态总体方差的区间估计等。

(2) 间接应用：如t分布和F分布就是在χ^2分布的基础上推导出来的。

t分布

t分布是一种连续型分布，主要用于t检验及总体均数的区间估计等问题。

t为标准正态变量z与$\sqrt{\chi^2/\nu}$之比，即

$$t=\frac{z}{\sqrt{\chi^2/\nu}} \tag{1}$$

在实际应用时，

$$t=\frac{\bar{X}-\mu}{s/\sqrt{n}},\qquad 自由度\nu=n-1 \tag{2}$$

式中n为样本含量，$\bar{X}$为样本均数，μ为总体均数，s为样本标准差。

密度函数及其图形　t分布的密度函数为

$$f(t)=\frac{1}{\sqrt{\pi\nu}}\cdot\frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)}\cdot\left(1+\frac{t^2}{\nu}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}} \tag{3}$$

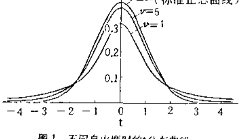


图1　不同自由度时的t分布曲线

式中$\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)$为伽玛(gamma)函数在$\frac{\nu}{2}$处的函数值，余仿此，算法见"$\chi^2$分布"条目。当$\nu$已知，就能按式(3)绘出t分布曲线如图1。

从图1说明，当ν增大时，t分布逐渐逼近标准正态分布。

t分布的分布函数为

$$F(t)=\int_{-\infty}^{t} f(t)dt \tag{4}$$

它的几何意义是t分布曲线下从$-\infty$到某给定t值的面积，如图2(a)。

t分布的分位数　当ν确定后，t分布曲线下，双侧尾部的面积P(2)，或单侧尾部的面积P(1)为指定值α时，横轴上相应的界值t记为$t_{\alpha,\nu}$，如图2(b)。这就是t分布的分位数，此值有t界值表(附录四表15)可查。作t检验时，当求得观察样本的统计量t值后，按自由度ν可由表查出单侧或双侧P值的大小。

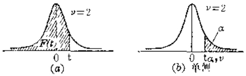


图2　t分布曲线下的面积

用途

(1) t检验。可用于样本均数与总体均数的比较、两样本均数的比较等。适用条件是：当样本含量n较小时，要求样本取自正态总体。作两样本均数比较时，还要求经方差的齐性检验，两总体方差齐。

(2) 总体均数的区间估计。

F分布

F分布是一种连续型分布，是方差分析的基础。F是两个相互独立的χ^2变量分别除以各自的自由度后之比，即

$$F=\frac{\chi_1^2/\nu_1}{\chi_2^2/\nu_2} \tag{1}$$

在实际应用时，F等于两样本方差或两均方之比。

密度函数及其图形　F分布的密度函数为

$$f(F)=\frac{\Gamma\left(\frac{\nu_1+\nu_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu_1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\nu_2}{2}\right)}\cdot\nu_1^{\frac{\nu_1}{2}}\nu_2^{\frac{\nu_2}{2}}F^{\frac{1}{2}(\nu_1-2)} \times(\nu_2+\nu_1F)^{-\frac{1}{2}(\nu_1+\nu_2)} \tag{2}$$

$$0\leqslant F<\infty$$

自由度$\nu_1=n_1-1$，$\nu_2=n_2-1$

式中$\Gamma\left(\frac{\nu_1}{2}\right)$为伽玛(gamma)函数在$\frac{\nu_1}{2}$处的函数值，余

仿此，算法见"χ^2分布"条目。已知ν_1与ν_2就能绘出F分布的图形，如图1。

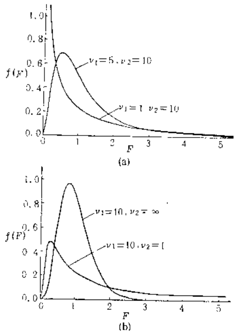


图1　不同自由度时的F分布曲线

F分布的分布函数为

$$P(F)=\int_0^F f(F)dF \tag{3}$$

式中f(F)为式(2)的密度函数，P(F)的几何意义是F分布曲线下从0到某给定F值的面积，如图2(a)

F分布的分位数　当ν_1、ν_2确定后，F分布曲线下，右侧尾部的面积P为指定值α时，横轴上相应的界值F，记作$F_{\alpha(\nu_1,\nu_2)}$，如图2(b)，这就是F分布的分位数，此值有F界值表(附录四表18和表19)可查。作F检验时，先求得观察样本的统计量F值后，按ν_1及ν_2可由附录四表18或表

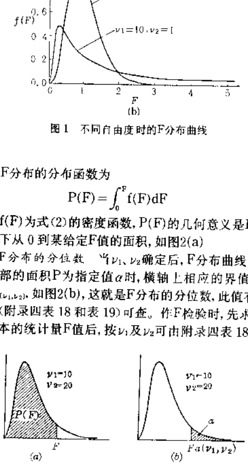


图2　F分布曲线下的面积

19查得P值的大小。

附录四表18的F界值表，用于方差齐性检验，仅给出了双侧P＝0.05(相当于单侧0.025)的分位数。因为方差齐性检验本是双侧检验，按理P值应为两端尾部面积之和，但在此检验中，规定较大方差作为分子，较小的作为分母，故F值不会小于1，这样，检验水准为0.05时，只需列出右端尾部面积为0.025的分位数。附录四表19的F界值表，用于方差分析，表内数值为单侧P＝0.05与P＝0.01的分位数。

F分布与其他分布的关系：

(1) 当$\nu_1=1$时，F分布与t分布的分位数有如下关系：

$$\text{单侧}F_{\alpha(1,\nu)}=\text{双侧}t^2_{\alpha,\nu} \tag{4}$$

例如，$F_{0.05(1,10)}=4.96=(2.228)^2=t^2_{0.05,10}$

(2) 当ν_2为无穷大时，F分布与χ^2分布的分位数有如下关系：

$$F_{\alpha(\nu,\infty)}=\chi^2_{\alpha,\nu}/\nu \tag{5}$$

例如，$F_{0.05(8,\infty)}=1.94=15.51/8=\chi^2_{0.05,8}/8$

(3) R. A. Fisher提出了样本方差之比的z分布，并制成了不同ν_1、ν_2时的Z界值表。其后G. W. Snedecor(1934)按$z=\frac{1}{2}\ln F$的关系式将其化成F值，以方便应用。为了尊重Fisher，故以其第一字母F来命名两样本方差之比的统计量。

用途

(1) 方差齐性检验。即检验两样本所来自的两正态总体的方差是否相等，这时F等于两样本方差之比。

(2) 方差分析。在方差分析中，F等于两个均方之比。

F检验时资料的适用条件是：样本取自正态总体。作多个样本均数比较时，要求各正态总体的方差相等(经方差齐性检验，方差为齐性)。

分布拟合

分布拟合(distribution fitting)是将样本数据用分组方法列成频数表形式，用一已知分布予以拟合其分布情况的统计方法。已知分布常用的有正态分布(见"频数分布"条)、二项分布(见"二项分布数据假设检验"条)、Poisson分布(见"Poisson分布数据的假设检验"条)、负二项分布(见"负二项分布拟合"条)等。正态分布属连续性数据的分布；二项分布等属离散性数据的分布。应用分布拟合的目的是：①描述变量的分布，并可根据拟合到的分布计算两端尾部的面积。②确定变量是否属于正态分布，以判断是否可采用从正态分布导出来的方法作统计处理。③通过拟合二项分布和Poisson分布，来阐明疾病在家庭或地区中的聚集性。二项分布和Poisson分布都是以变量各自独立(随机出现)为基础的。如果拟合不满意就说明疾病的分布有聚集性。分布拟合的好坏通过拟合优度检验来判断。

下列步骤，是拟合各种分布的通用方法(具体例子见各个特殊分布拟合条目)。

(1) 将原始数据整理成频数分布表。

(2) 根据数据分布的性质、形状从下表中选一个已知分布的概率密度函数来拟合，常用分布的概率密度函数公式与参数见表第 3 列。

(3) 从实际数据算出参数估计值(参数估计公式见表第 4 列)。

(4) 将参数估计值代入理论分布的公式，计算出频数分布表中各组出现概率 $f(\chi)$。当组距 = 1 时，各组概率之和应等于 1。

当组距 = 1 时，将各组概率乘上总次数 n，即为各组的理论频数 E_i。当组距 ≠ 1 时，各组理论频数 $E_i = n \times f(\chi_i) \times$ 组距。如理论频数的总和 ≠ n 而且差额较大，必要时，按比例校正。

常用分布的密度函数

数据类型	名　称	密　度　函　数 $f(X)$	参　数　估　计
离散型	二项分布	$\binom{n}{x}\pi^{X}(1-\pi)^{n-X}$	$\hat{\pi}=X/n$
	Poisson*	$\frac{\lambda^{X}}{X!}e^{-\lambda}$	$\hat{\lambda}=\bar{X}$
	负二项分布*	$\binom{-k}{x}\pi^{k}(1-\pi)^{x}$	$\hat{\mu}=k(1-\pi)/\pi$,
		$\binom{k+x}{x}\pi^{k}(1-\pi)^{x}$	$\hat{\sigma}^2=\hat{\mu}/\pi$
			从上式得 π、k
	几何分布	$\pi(1-\pi)^{X}$	$\hat{\pi}=\hat{\mu}/\hat{\sigma}^2$
	超几何分布	$\binom{M}{x}\binom{N-M}{n-x}\Big/\binom{N}{n}$	
连续型	正态分布*	$(2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}}\exp[-(X-\mu)^2/2\sigma^2]$	$\hat{\mu}=\bar{X}, \sigma^2=s^2$
	对数正态分布	$[2\pi(\sigma')^2X^2]^{-\frac{1}{2}}\exp[(\ln X-\mu')^2/2(\sigma')^2]$	$\hat{\mu}'=\sum\ln X/n$ $(\sigma')^2=\sum(\ln X-\mu')^2/(n-1)$ 或 $\hat{\mu}'=\ln\hat{\mu}-(\hat{\sigma}')^2/2$ $(\hat{\sigma}')^2=\ln[(\frac{\hat{\sigma}}{\mu})^2+1]$
	指数分布	$\beta e^{-\beta x}$　$(X>0)$	从 $E(X)=\frac{1}{\beta}$ 或 $Var(X)=1/\beta^2$ 得 $\hat{\beta}$
	Weibull分布	$\frac{\gamma}{\beta}(\frac{X-\alpha}{\beta})^{\gamma-1}\exp[-(\frac{X-\alpha}{\beta})^{\gamma}]$ 分布函数: $F(X)=1-\exp[-(\frac{X-\alpha}{\beta})^{\gamma}]$	从 $\ln[-\ln(1-F(X))]$ $=\gamma\ln(X-\alpha)-\ln\beta$ 求出函数 α、β、γ

注：有"*"号者分布的拟合见各相应条目

正态分布拟合

正态分布拟合(normal distribution fitting)是将以连续型定量测定的一群体数据当其频数分布(目测)似呈正态分布时，用一个正态分布理论曲线予以描述的一种统计方法。这一理论曲线称为正态分布密度函数(见"分布拟合"条)：

$$f(X/\mu,\sigma^2)=(2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}}\exp[-(X-\mu)^2/2\sigma^2] \quad (1)$$

式中 X 为变量，μ、σ 为决定正态分布形状的二个参数，μ 表示集中趋势的参数，σ 表示离散状况的参数。π 为圆周率，= 3.1416。$f(X/\mu,\sigma^2)$ 指当 μ，σ^2 为已知时，发生变量值为 X 的概率。

对一个群体频数分布的资料作正态分布拟合，通常包括：将原始数据整理成频数分布表，算出参数估计值，算出与频数分布表各组实际频数相对应的理论频数等。

正态分布拟合这一技术在医学上常应用于制订参照值范围，如果一项新的医学检验指标在参照人群(一般指健康人群)测值呈正态分布，经过正态分布拟合、拟合优度检验等处理后，可计算出包括 95% 个体的上、下两个限值和参照值允许范围。

正态分布的拟合有下列几种方法可选用：

直接从正态分布密度函数计算出概率和理论频数 其步骤为：

(1) 从原始测值，整理出有适当多组数的频数分布

表。

(2) 列出正态分布密度函数公式。

(3) 计算出参数估计值，

$$\hat{\mu}=\frac{\sum fX}{n} \qquad (2)$$

$$\hat{\sigma}^2=\frac{\sum f(X-\bar{X})}{n-1} \qquad (3)$$

(4) 对频数分布表中每个变量组的组中值X，计算出它的概率$f(X/\mu,\sigma^2)$。

(5) 计算出理论频数E：

$$E=f_{(X/\mu,\sigma^2)}\cdot i\cdot n \qquad (4)$$

式中$f(X/\mu,\sigma^2)$为某组的组中值出现频数的概率，i为组距，n为全部研究对象数，E为该组的理论频数。

在第(4)、(5)两步运算时，要多计算n个组的$f(X/\mu,\sigma^2)$和理论值，E，即多增加比实际最小组X_1还要小的组和比实际最大组X_n还要大的组组中值，计算出$f(X/\mu,\sigma^2)$和E值(见例1的1.750组和5.125组)。

(6) 制图，或作进一步分析，如作拟合优度检验(见"拟合优度检验"条)。

利用标准正态分布查用表，作正态分布的拟合

(1) 从原始数据，作频数分布表。

(2) 计算出参数估计值，见式(2)与(3)。

(3) 对频数分布表，计算每组上下限的Z值：

$$Z=\frac{X-\hat{\mu}}{\hat{\sigma}} \qquad (5)$$

(4) 从上、下限的Z值，查标准正态分布曲线下面积表(附录四表13)，查出尾部面积。

(5) 计算出每组所占的面积，这面积就是这一组范围内X值出现的概率。计算方法是将每组上、下限尾部面积之差取绝对值。在平均数所在的一组，将"0.5减去下限尾部面积的绝对值"与"0.5减去上限尾部面积绝对值"之和，即为此组面积。

(6) 计算理论频数E。当组距为1时，E为各组面积乘以n。n为调查总人数。如组距不等于1，以各组面积乘以组距和n。

例1 168名40岁以上男性农民的胆固醇测值(X)的分组资料见表1，试作正态分布拟合。

(1) 将原始数据整理成频数分布表(组数不能过少)，见表1的(1)、(2)、(3)列。

(2) 根据式(2)、式(3)算出参数估计值：

$\hat{\mu}=(\sum fX)/n=3.567$，

$\hat{\sigma}^2=[\sum fX^2-(\sum fX)^2/n]/(n-1)=0.657^2$。

$\pi=3.1416$(圆周率)

(3) 代入式(1)，计算出各组的$f(X/\mu,\sigma^2)$值，见表的第(4)列。如表的2.125－2.500组，组中值X＝2.3125，代入式(1)，得：

$$f(2.315/\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.657}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{2.3125-3.567}{0.657}\right)\right]^2$$
$$=0.00255$$

其余各行依此类推。

(4) 计算理论频数(E)。此例组距＝1，将$f(X/\mu,\sigma^2)\times$(组距i)×n作为组中值为X的一组的期望频数(即理论频数E)，现将计算结果列于表1的第(5)列。

如果原来组距过大，在计算理论频数E时，可以将相应的组分成2个(或更多)小组，分别计算E值，然后相加。

表1 实际数据拟合正态分布的运算

胆固醇 m mol/L (1)	组中值 X (2)	频数 f (3)	$f(X/\mu,\sigma^2)$ (4)	理论频数 E (5)
1.750	1.9875	0	0.00075	1.9
2.125－	2.3125	6	0.00255	6.4
2.500	2.6875	21	0.00627	15.8
2.875·	3.0625	31	0.00223	28.3
3.250－	3.4375	35	0.01470	37.0
3.625	3.8125	34	0.01398	35.2
4.000	4.1875	16	0.00971	24.5
4.375·	4.5625	17	0.00491	12.4
4.750－	4.9375	8	0.00181	4.6
5.125	5.3125	0	0.00049	1.2
合计		168		167.2

(5) 最后作拟合优度检验(见"拟合优度检验"条)，如果拟合满意，说明该资料服从正态分布从而可用来估计参照值范围。

例2 对168名40岁以上健康男性农民作血清胆固醇含量检查，测值的频数分布见表2，试利用标准正态分布表作正态分布拟合。

表2 40岁以上男性农民胆固醇测值的频数分布及正态分布拟合的运算

胆固醇 mmol/L (1)	实际频数 (2)	每组下限z $z=\frac{X-\hat{\mu}}{\hat{\sigma}}$ (3)	左侧面积 (4)	各组所占面积 (5)	理论频数E (6)
<2.125	0	－2.195	0.0141	0.0141	2.4
2.125－	6	－1.624	0.0522	0.0381	6.4
2.500－	21	－1.053	0.1462	0.0940	15.8
2.875－	31	-0.482	0.314	0.1687	28.3
3.250－	35	＋0.088	0.536	0.2202	37.0
3.625－	34	＋0.659	0.746	0.2100	35.3
4.000－	16	1.230	0.891	0.1456	24.4
4.375－	17	1.801	0.965	0.0735	12.3
4.750	8	＋∞	1.000	0.0358	6.0
合计	168				168

(1) 列出频数分布，见表2第(1)、(2)列。

(2) 计算出平均数及方差，平均数为3.567，方差为0.657^2。

(3) 计算出每组下限z值，如第二组下限z值为：

$$Z=\frac{X-\hat{\mu}}{\hat{\sigma}}=\frac{2.125-3.567}{0.657}=-2.195$$

(4) 查出每组上下限的面积。从标准正态分布尾部面积表，可得当$Z=-2.195$时的尾部面积0.0141作为第二组的下限面积和

第一组的上限面积。按此食算，可得到各组上下限值的尾部面积(见表2第4列)。

(5) 计算出每组所占面积。即表2第4列上下限尾部面积之差的绝对值。在平均数所在组，即3.250－3.625一组，不是上下限尾部面积之差，而是下限尾部面积与0.5值之差以及0.5值减去上限尾部面积两个差的绝对值之和(见表2第5列)。

(6) 将表2第5列数值乘168，即得各组理论频数(见表2第(6)列)。

此法所得的理论频数，差不多与例1采用方法计算结果相同，由于例1未考虑全部尾部面积，在尾部的理论频数略低。

Poisson分布拟合

Poisson分布(见"Poisson分布数据的假设检验"条)拟合数据的目的首先是为了判断事件的发生是随机的还是具有聚集性的。如果是随机的，就可用来描述数据的分布，并作进一步分析。

Poisson分布拟合步骤见"分布拟合"条。

例 在一培养液中用血细胞计数池观察每小格内的酵母菌数。共400个数据(n＝400)，整理为频数分布表。(见表第(1)(2)列)。试用Poisson分布拟合。

400格内酵母菌数X的分布
用Poisson分布拟合

每小格内酵母菌数X (1)	小格数 f (2)	Poisson分布函数值 (3)	理论频数E n×f(X/λ) (4)	
0	0	0.009 28	3.71	21.08
1	20	0.043 43	17.37	
2	43	0.101 62	40.65	
3	53	0.158 52	63.41	
4	86	0.185 47	74.19	
5	70	0.173 60	69.44	
6	54	0.135 41	54.16	
7	37	0.090 53	36.21	
8	18	0.052 96	21.18	
9	10	0.027 54	11.02	
10	5	0.012 89	5.16	8.66
11	2	0.205 48	2.19	
12	2	0.002 14	0.86	
13	0	0.001 13	0.45	
合计	400	1.000 00	400.00	

(1) 将原数据整成频数分布数据(见表第(1)(2)列)。

(2) 在"分布拟合"条目"常用分布的密度函数"表中找出Poisson分布概率的计算公式：

$$f(X/\lambda)=\frac{\lambda^X}{X!}e^{-\lambda}$$

(3) 算出参数估计值：

$$\hat{\lambda}=\frac{\sum Xf}{n}=4.68$$

(4) 代入f(X/λ)的函数式，得到各值列于表的第(3)列。

如X＝0的一行，$f(X/\lambda)=\frac{\lambda^0}{X!}e^{-\lambda}=e^{-\lambda}e^{-4.68}=0.009\,28$。

(5) 根据f(X/λ) X组距×n得各行的理论频数，见表的第(4)列。

最后，还应作拟合优度检验，具体方法见"拟合优度检验"条目，以判断实际数和理机数是否一致。如果一致，说明酵母菌在培养液中是独立的，即随机分散在培养液中，否则有聚集现象。

负二项分布拟合

负二项分布(negative binomial distribution)是描述一个离散变量群体的一种理论分布。它所描述的一个群体，类似Poisson分布，由单位体积或时间中包含的观察单位或事件数为变量所组成。如以每小时门诊时间为单位，以每小时内就诊人数为变量；河岸上每单位面积中的钉螺数；也可以人为单位的每人1年就诊次数、每人头虱数等。这些例子的数据可用负二项分布拟合分析和预测。

负二项分布概率密度函数为

$$P(X)=\binom{-k}{X}\pi^k(\pi-1)^X \qquad (1)$$

式中k与π为此分布的参数，X为0,1,2,……等变量。k>0，0<π<1。$\binom{-k}{X}$称为负二项分布系数，其定义为

$$\binom{-k}{X}=\frac{(-k)(-k-1)\cdots(-k-X+1)}{X!}$$
$$=(-1)^X\binom{k+X-1}{X}$$
$$X=0时\binom{-k}{X}=1 \qquad (2)$$

负二项分布的图形为一正偏态分布，另一特点是$\sigma^2>\mu$。

负二项分布的拟合步骤如下：

(1) 从样本中的变量X可得到平均数$\bar{X}$和方差s^2。此可分别作为总体均数μ与方差σ^2的估计值($\hat{\mu}$和$\hat{\sigma}^2$)。参数k与π可通过μ、σ^2的关系作出估计：

$$\mu=k(1-\pi)/\pi \qquad (3)$$
$$\sigma^2=k(1-\pi)/\pi^2=\mu/\pi \qquad (4)$$

式(3)、(4)的μ和σ^2分别以$\hat{\mu}$、$\hat{\sigma}^2$代替，从式(4)得π值，再代入式(3)可得k值。

(2) 得到π和k值以后，代入公式(1)得X＝0、1、2……等的概率，其和为1；分别乘上调查对象数(以个数为单元)N，即得X＝0、1、2……的理论频数。

例 某工厂保健站统计一月中每人求诊次数，结果如表列。试用负二项分布拟合。

(1) 先求出每人平均求诊平均数$\bar{X}$及标准差s，得$\bar{X}$＝0.55，s＝0.957。方差为0.916 6。

从式(4)，$0.9166=\frac{0.55}{\pi}$，得$\pi=0.6$，

从式(3)，$0.55=k(1-\pi)/\pi=0.4k/0.6$，得$k=0.825$。

(2) 从式(1)，求出$X=0,1,2\cdots\cdots$等概率。

$$P(0)=\binom{-0.825}{0}0.6^{0.825}(0.6-1)^0$$
$$=0.65611;$$
$$P(1)=\binom{-0.825}{1}0.6^{0.825}(0.6-1)^1$$
$$=0.21652;$$

依此类推，得$X=2,3,\cdots\cdots$等的P(X)值，列于表的第3例。将各行的P(X)乘上n后，得理论人数(列于表的第4列)。

从表第4列理论人数与第2列实际人数相比较，可见十分符合。

100工人一月内求诊次数

求诊次数(X)	人数(f)	P(X)	理论人数
0	66	0.6561	65.6
1	21	0.2165	21.7
2	8	0.0790	7.9
3	3	0.0297	3.0
4	1	0.0113	1.1
5	1	0.0043	}0.6
6	0	0.0017	
合计			99.9

拟合优度检验

拟合优度检验简称适合度检验(goodness of fit test)，是在对数据进行分布拟合后检验一个样本的变量分布是否与一个已知分布相符合的方法，或检验一个有成对变量的数据用一个曲线(或直线)模型去拟合时是否适合的方法。

分布的拟合优度检验是评定下列假设是否成立，即Ho：$f(X)=f_0(X)$，其中f(X)为样本来自总体的未知分布，$f_0(X)$为一已知总体。备择假设(H_1)为$f(X)\neq f_0(X)$。常用的方法是χ^2检验和Kolmogorov Smirnov检验。

拟合优度的χ^2检验 检验实际频数(f)分布是否符合某种理论分布。其步骤如下：

(1) 计算频数分布数据中各组段的频数f和根据某种理论分布算得各组段的理论频数E(E的计算见"分布拟合"条)。如有一组段的E<5，此组f与E分别与邻组f与E合并。设共有组段(如有合并组段，以合并后为准)k个。则以此k个f与E数值计算χ^2值。

(2) 计算χ^2值：

$$\chi^2=\sum\frac{(f-E)^2}{E} \qquad (1)$$

自由度=k−r−1。k为组段数。当总体参数已知时，r=0；如总体参数未知而以相应的统计量作为估计值时，则r为用去的统计量的个数。如拟合正态曲线时，用去二个统计量$\bar{X}$与s，r=2。

(3) 查χ^2界限值表。如$\chi^2\geqslant\chi^2_\alpha$，$P\leqslant0.05$，则可认为实际数据的分布与某种理论分布不符合。如$P>0.05$，则不拒绝总体符合某种理论分布的原假设。

例1 40岁以上健康男性农民血胆固醇测得值的频数分布与拟合正态分布后的理论频数列如表1，试作分布拟合检验。

表1 40岁以上农民胆固醇测得值的频数分布

胆固醇(m mol/L) (1)	频数(f) (2)	理论频数(E) (3)	$(f-E)^2/E$ (4)
1.750−	0 } 6	8.3	0.637
2.125−	6		
2.500−	21	15.8	1.711
2.875−	31	28.3	0.258
3.250−	35	37.0	0.108
3.625−	34	35.2	0.041
4.000−	16	24.5	2.949
4.375−	17	12.4	1.706
4.750−5.125	8	5.8	0.834
		Σ	8.244

根据式(1)，将计算结果列于表1第4列，最后得$\chi^2=8.244$，$v=8-2-1=5$(k=8；正态分布用去的统计量有2个，故r=2)。查χ^2界值表，$\chi^2_{0.05,5}=11.07>\chi^2$，$P>0.05$，不拒绝原假设。说明40岁以上健康男性农民胆固醇值呈正态分布。

Kolmogorov-Smirnov优度检验 简称K、S检验，是用一理论分布去检验实际观察变量的分布拟合适合度的一种方法。此法尤适合于检验含量少的样本是否偏离正态分布。检验步骤为：

表2 10人发汞含量数值，正态拟合的KS检验

X_i	f_i	F_i	$Z_i=\frac{X_i-\bar{X}}{S}$	F_{Ei}	$\lvert F_i-F_{Ei}\rvert$
0.62	1	0.10	−1.565	0.059	0.041
1.01	1	0.20	−0.936	0.175	0.025
1.18	1	0.30	−0.666	0.253	0.047
1.35	1	0.40	−0.397	0.346	0.054
1.47	1	0.50	−0.206	0.418	0.081
1.52	1	0.60	−0.127	0.449	0.151
1.81	1	0.70	0.333	0.630	0.069
1.86	1	0.80	0.413	0.660	0.139
2.37	1	0.90	1.222	0.889	0.010
2.76	1	1.00	1.841	0.967	0.032

(1) 原假设样本来自已知分布函数为f_0(X)的总体。

(2) 将n个观察值X从小到大排列，秩次为i的观察

值记为X_i，分别计算累积实际频率F_i。

(3) 求拟合累计理论频率F_{Ei}。它是标准正态分布曲线下的面积。先按公式$Z=\frac{X-\mu}{\sigma}$求得Z值，然后再查标准正态分布曲线下面积表(附录四表13)而得。若Z为负值，直接用表中的数值作为F_{Ei}；若Z为正值，用1－表中的数值为F_{Ei}。如果总体参数μ与σ未知，可直接用样本均数和标准差代替。

(4) 计算D值：

$$D=\max\{|F_i-F_{Ei}|\} \quad (2)$$

该式表示F_i与F_{Ei}之差的绝对值最大者。

例2 检查10人发汞含量(X)，结果如表2第1列。试用正态分布拟合。

按X值的大小列于表中第一列，f_i为X_i出现的次数，F_i为f从小到i组累积数除n。Z_i为X_i的标准正态变量的变换值(本例用$\bar{X}$，s代替μ和σ)。F_{Ei}根据Z值查Z临界值表(附录四表13)计算而得。计算F_i-F_{Ei}，取$|F_i-F_{Ei}|$最大者为D，故D=0.151。

查D界限值表，$D_{0.05}=0.409$。现$D=0.151<D_{0.05}$，$P>0.05$，不拒绝原假设。这说明10人的发汞含量值来自正态分布总体，从而可进行假定为正态分布的一些统计分析。

随机性检验

随机性检验

随机性检验(test of randomness)是用来检验一系列数据是否从同一个总体中随机抽取出的检验方法。如果是随机抽出的，则表示这一系列数据中的一个变量(或事件)和另一个变量(或事件)都是独立出现的。因此，随机性检验也称独立性检验(test of independence)。这一检验的原假设(检验假设)是各变量的出现是独立的(或随机的)。原假设被拒绝时，则表示变量有聚集性或表示有规律性地出现，而不是随机的。按次序排列的两项分类数据(这里用正和负表示)的随机性检验可用游程检验和游程长度检验来阐明数据是否随机排列；但游程长度检验的先决条件是二项分类变量出现正负号的个数必须是相等的，因此应用较为局限。呈正态分布的排次序定量数据则用"连续差均"方法。

游程检验(run test) 一种对于有次序的二项分类数据作随机性检验的统计方法。二项分类的变量是指只有"正"或"负"、"是"或"非"等两种观察结果的变量。在游程检验中，变量必须按照一定的次序排列，如按照时间、地点等次序把所观察到的二项分类变量排成数列，连续出现一种结果(符号)的变量称为一个游程，全部游程的和称为游程数r，在一个游程中所包含的变量个数称为游程长度l。游程检验步骤如下：

(1) 设原假设(H_0)，在每一序次的位子上，出现"＋"号或"－"号是随机的或独立的。备择假设(H_1)，出现"＋"或"－"不是随机的。

(2) 将二项分类变量，按次序排列，计算出游程数r，计算出正、负号的变量个数(任以n_1、n_2表示)。

(3) 查附录四表33的P＝0.05的临界值，r过少或过多时则随机性的可能性趋于下降。r值≥上限临界值或r值≤下限临界值，均表示随机性假设在$\alpha=0.05$水平下，可以拒绝原假设H_0，而接受备择假设H_1。

当实际数据的n_1或n_2大于20时，不能用查表法查出界限值，这时可用下式计算Z值，从Z值的大小下结论。

$$Z=\frac{|r-\mu_r|-0.5}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2-n)}{n^2(n-1)}}}=\frac{\left|r-\left(\frac{2n_1n_2}{n}+1\right)\right|-0.5}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2-n)}{n^2(n-1)}}} \quad (1)$$

式中 $\mu_r=\frac{2n_1n_2}{n}+1$

如果所检验的数列是测量而得的变量，可以用中位数为界把它们转换为二项分类数据，大于中位数以"＋"号表示，小于中位数以"－"号表示。

游程检验可以用于检验两个样本是否从一个总体中抽出。检验时，把两个样本按观察数值大小为序排列，把第一个样本记为"＋"，第二个样本记为"－"，然后用上面所述方法进行检验。

两样本中，如有相同数值的观察值，r的计算方法采用对同值观察值的"＋"、"－"号作各种可能排列，取游程数最小排列，记其游程数为r_1，取游程数最大的排列，记

其游程数为r_2，游程数r为r_1与r_2的平均。

例1 在一个东西向的小街道，沿街20户房屋，从东到西编了门牌号，南边10户为单号门牌，北边10户为双号门牌。现调查各户有无鼠情，分为有鼠户(+)与无鼠户(−)两项分类。按门牌号为序，得表1数据。试检验有鼠户与无鼠户是否呈随机分布。

表1 游程数及游程长度示例
(+表示有鼠户，−表示无鼠户)

变量	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	− − −
游程	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

在这例子中，"+"号游程有9个，"−"号游程有9个，游程数r总共有18个。"+"游程长度均为1，"−"游程长度有1和3两种，最大游程长度为3(最后"−"有3个)。

变量数为20(n=20)，其中"+"号变量n_1为9，"−"号变量n_2为11。

现作游程检验。

H_0：有鼠户与无鼠户在次序分布上是随机的。

H_1：有鼠户与无鼠户在次序分布上不是随机的。

在此例中，r=18，$n_1=9$，$n_2=11$，取$\alpha=0.05$，查附录四表33得上限临界值为16，r=18>16，接受备择假设H_1，故可认为有鼠户在该街道上分布有聚集性。

例2 某医院从1949年到1978年中每年收治阑尾炎病例的病死率如表2。试用游程检验方法检验各年病死率高低是否是随机性。

表2 某医院1949—1978年收治阑尾炎病例的病死率

年 份	病死率	年 份	病死率	年 份	病死率
1949	0.85−	1959	1.93+	1969	3.85+
1950	0 −	1960	2.37+	1970	3.97+
1951	0.65−	1961	0.61−	1971	2.74+
1952	0 −	1962	3.20+	1972	4.00+
1953	0.58	1963	0.39	1973	3.01+
1954	1.17+	1964	1.50+	1974	4.70+
1955	0 −	1965	0.27−	1975	3.88+
1956	0.65−	1966	0.52−	1976	0.64−
1957	0.33−	1967	0 −	1977	1.11+
1958	2.23+	1968	0 −	1978	1.83+

各年的病死率不是以二项分类来表示的，故以中位数为界，将它们转换成二项分类数据。

中位数为1，$n_1=15$，$n_2=15$，r=12。

查附录四表33，临界值分别为11，21。r=12在这两个临界值之间，不拒绝各数据随机排列的假设，说明历年病死率没有一定的变化趋势。

游程长度检验 当"+"与"−"号出现的概率为1/2时，可用查最长游程长度l临界值表(附录四表34)方法来检验一组数据中有一段最长游程的长度l是否随机出现。

例如，在上述某医院的历年阑尾炎病例病死率例了中有30个变量的数列，以中位数为准，按大于中位数、小于中位数分成"+"和"−"两组，每种出现的概率为1/2。在这例子中，n=30，l=7。

查附录四表34，定$\alpha=0.05$，l的临界值=6。由于实际的游程长度l=7，在$\alpha=0.05$水准上判断，该医院在1969—1975年间收治的阑尾炎病死率不是随机的，在这阶段病死率偏高。

在此例中，同一批数据分别用游程检验和游程长度检验得出不同的结论。这是由于两种方法所得的结果不是等价的，这是因为数据的指标接近其临界值水平时，才出现这种现象。

连续差均方法随机性检验 有n个呈正态分布的定量变量随时间次序排列，欲检验其排列次序是有趋向性的还是随机的，可计算两个连续变量的差值均方Δ^2来作随机性检验。

设有X_1、X_2…X_n共n个按次序排列的变量，可得n−1个前后两个变量的差值$(X_{i+1}-X_i)$，按下列计算Δ^2和s^2：

$$\Delta^2=\frac{1}{n-1}[(X_2-X_1)^2+(X_3-X_2)^2+\cdots+(X_n-X_{n-1})^2]$$

$$=\sum(X_{i+1}-X_i)^2/(n-1) \qquad (2)$$

$$s^2=\frac{\sum(X_i-\bar{X})^2}{n-1}=\frac{\sum X^2-(\sum X)^2/n}{n-1} \qquad (3)$$

如果X_i…X_n是随机排列的，Δ^2值相当于2个方差s^2。如果不是随机排列的，数值不论是由小到大或由大到小，Δ^2值都小于$2s^2$。当Δ^2/s^2小于附录四表35所列的临界值时，可认为不是随机排列的。

当样本含量较大时，可用下式计算$\alpha=0.05$和$\alpha=0.01$时Δ^2/s^2的临界值：

$$\alpha=0.05,\ 2-2\times1.645\sqrt{\frac{n-2}{(n-1)(n+1)}} \qquad (4)$$

$$\alpha=0.01,\ 2-2\times2.326\sqrt{\frac{n-2}{(n-1)(n+1)}} \qquad (5)$$

例3 从动物供应室购得5只动物，编号为1～5，其体重(g)分别为123、121、120、119、117。问1～5号动物是否随机排列？

根据式(2)和式(3)计算Δ^2和s^2

$$\Delta^2=\frac{1}{4}[(123-121)^2+(121-120)^2+(120-119)^2+(119-117)^2]$$

$$=\frac{1}{4}(4+1+1+4)=2.5$$

$$s^2=\frac{1}{4}[(123-120)^2+(121-120)^2+(120-120)^2+(119-120)^2+(117-120)^2]$$

$$=\frac{1}{4}(9+1+1+9)=5$$

求连续变量差均方与方差的比值：

$\Delta^2/s^2=2.5/5=0.5$

查Δ^2/s^2的临界值表(附录四表35),当n=5,$\alpha=0.05$时,表中$\Delta^2/s^2=0.8204$。本例的Δ^2/s^2数值小于临界值,不接受原数据的"次序是随机的"假设,提示这5个动物不是随机排列的,而有从大到小的排列趋势。

正态性检验

正态性检验

正态性检验(test for normality)是推断资料是否服从正态分布,或样本是否来自正态总体的统计方法。有些统计方法只适用于正态分布或近似正态分布资料,如用均数和标准差描述资料的分布特征,用正态分布法确定参照值范围等。因此,在应用这些方法时,常需进行正态性检验。

正态性检验可采用拟合优度检验的方法,如拟合优度χ^2检验、Kolmogorov Smirnov检验(见"拟合优度检验"条),但由于它们并非检验正态性的专用方法,效率不够高。所以正态性检验常用偏度及峰度检验、极差与标准差比检验、D检验等。

偏度及峰度检验 偏度(skewness)和峰度(kurtosis)是描述观察值频数分布偏离正态分布的性质和程度的两个统计量。偏度用偏度系数g_1来衡量。当$g_1=0$时,分布是对称的;当$g_1>0$时,峰偏左,长尾向右侧伸延,分布呈正偏态;当$g_1<0$时,峰偏右,长尾向左侧伸

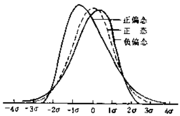


图1 正态与偏态分布曲线

延,分布呈负偏态(图1)。峰度用于描述曲线的峰态,用峰度系数g_2来衡量。图2虚线是正态峰,此时$g_2=0$;当峰态尖峭而尾部伸展,两尾部曲线在正态曲线之上,尾部面积分布与正态分布相比偏多,而中间部分偏少时,称为尖峭峰,此时,$g_2>0$;另一种峰态是峰顶平阔而尾部短促,两尾部曲线在正态曲线之下,尾部面积与正态分布相比偏少,而中间部分偏多,称为平宽峰,此时$g_2<0$(图2)。如果平宽峰状呈直方分布,则$g_2=-1.2$。

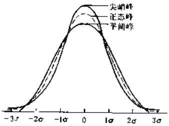


图2 曲线的峰态

偏度及峰度检验是用偏度系数和峰度系数来检验样本是否失正态的一种统计方法。计算步骤如下:

(1) 计算偏度系数g_1和峰度系数g_2:

$$g_1=\frac{\sum(X-\bar{X})^3}{ns^3}=\frac{\sum(X-\bar{X})^3/n}{[\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2/n}]^3} \tag{1}$$

$$g_1=\frac{\sum f(X-\bar{X})^3}{ns^3}=\frac{[\sum f(X-\bar{X})^3]/n}{[\sqrt{\sum f(X-\bar{X})^2/n}]^3} \tag{2}$$

$$g_2=\frac{\sum(X-\bar{X})^4}{ns^4}-3 \tag{3}$$

$$g_2=\frac{\sum f(X-\bar{X})^4/n}{[\sqrt{\sum f(X-\bar{X})^2/n}]^4}-3 \tag{4}$$

式(1)和式(3)适于不分组的资料。X为变量的实测值,$\bar{x}$为均数,s为标准差,n为样本含量。若资料已整理成频数表的形式,则用式(2)和式(4)分别计算g_1和g_2,此时,X为组中值,f为频数,其他与式(1)和式(3)同。

(2) 计算$\sqrt{b_1}$和b_2:

$$\sqrt{b_1}=g_1 \tag{5}$$

$$b_2=g_2+3 \tag{6}$$

(3) 查偏度峰度上下限临界表(附录四表45)。根据样本含量和所取的检验水准,与表中的$\sqrt{b_{1(\alpha)}}$的上限值和$b_{2(\alpha)}$的上下限值比较,以说明偏度和峰度是否失正态。如其中有一个指标失正态,就可认为所检验的样本不是正态的。

例1 10人的发汞含量数据如表1。试作正态性检验。

表1 10人的发汞含量及正态性检验运算过程

X	X−X̄	$(X-\bar{X})^2$	$(X-\bar{X})^3$	$(X-\bar{X})^4$
0.62	−0.98	0.9604	0.94119	0.922368
1.01	−0.59	0.3481	0.20539	0.121174
1.18	−0.42	0.1764	0.07409	0.031117
1.35	−0.25	0.0625	0.01563	0.003906
1.47	−0.13	0.0169	0.00220	0.000286
1.52	−0.08	0.0064	0.00051	0.000041
1.81	0.21	0.0441	0.00926	0.001945
1.86	0.26	0.0676	0.01758	0.004570
2.37	0.77	0.5929	0.45653	0.351530
2.76	1.16	1.3456	1.56089	1.810639
Σ	0.05	3.6209	3.28326	3.247576

用偏度及峰度检验的方法。根据式(1)和式(3),得

$$g_1=\frac{3.28326/10}{[\sqrt{3.6209/10}]^3}=\frac{0.328326}{0.217835}=1.5072$$

$$g_2=\frac{3.247576/10}{[\sqrt{3.6209/10}]^4}-3=\frac{0.3247576}{0.098967}-3$$

$$=0.2815$$

将g_1和g_2分别代入式(5)和式(6),得

$$\sqrt{b_1}=1.5072$$

$$b_2=0.2815+3=3.2815$$

查附录四表45,当$\alpha=0.05$, n=10时,$\sqrt{b_{1(0.05)}}=0.950$。本例$b_1>0.950$, $P<0.05$,说明这样本不从正态分布总体中抽出,而从正偏态分布中抽出。$b_2=3.283$,查附录四表35,$\alpha=0.05$, n=10时,$b_{2(0.05)}=1.56-3.95$。从峰度看则可以认为未失正态。所以,从偏度和峰度检验结果看,发汞测值不呈正态分布,而呈正偏态分布。

极差与标准差比值检验 极差为一组测值最大值与最小值之差,用R表示;标准差以s表示。从一正态分布的总体中抽取含量为n的很多样本,每个样本的R/s值为一变量,其分布有一定范围。当$\alpha=0.01$和$\alpha=0.05$时,R/s值的上下限值可通过查表(附录四表46)而得。如果实际R/s值超出这一范围,可认为这样本不是从一个正态分布中抽出的。

这一方法是最方便的正态性检验方法。一般数据处理总是将数据的最大值、最小值列出,初步先计算出平均数和标准差。有了这些数据,计算出R/s值,就可以根据所取的检验水准,查R/s临界值表后,判断该批数据是否为正态分布。

例2 10人发汞含量测值,范围为0.62~2.76, $\bar{X}=1.60$, s=0.63,作R/s比值的正态性检验。

$$R=2.76-0.62=1.14$$

$$s=0.63$$

$$R/s=1.809$$

查表得$\alpha=5\%$,范围为2.67−3.685。$\alpha=1\%$范围为2.51−3.875。现R/s超过$\alpha=1\%$范围,表示这数据不是从呈正态总体中抽出。

D检验 D值的定义为:

$$D=\frac{\{\sum[i-(n+1)/2]X_i\}/n^2}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2/n}} \quad (7)$$

式中$i=1,2,3\cdots n$; $X_1<X_2<X_3\cdots X_n$

(1) 将X_i值按数值大小从小到大排列。

(2) 按式(5)计算D值。(3) 查D值界限值表(附录四表29),作出判断。若D值在$\alpha=0.05$的上下两个界限值范围之外,则拒绝从正态分布的总体内抽取的样本这一假设,如在两个界限值范围之内,可认为样本是从正态分布的总体中抽取出来的。

例3 10人发汞含量见表2第(3)栏,试作正态性检验。

表2 10人发汞测值D检验运算过程

秩次(i) (1)	$i-\frac{n+1}{2}$ (2)	X (3)	(2)×(3)	$(X-\bar{X})^2$
1	−4.5	0.62	−2.790	0.9604
2	−3.5	1.01	−3.535	0.3481
3	−2.5	1.18	−2.950	0.1764
4	−1.5	1.35	−2.025	0.0625
5	−0.5	1.47	−0.735	0.0169
6	0.5	1.52	0.760	0.0064
7	1.5	1.81	2.715	0.0441
8	2.5	1.86	4.650	0.0676
9	3.5	2.37	8.295	0.5929
10	4.5	2.76	12.420	1.3456
Σ			16.805	3.6209

将数据从小到大排列后,分别计算每个观察值的$i-\frac{n+1}{2}$, $\left(i-\frac{n+1}{2}\right)X$和$X-\bar{X}$,列于表2的第(2)、(3)和(4)栏,然后代入式(7),得

$$D=\frac{16.805/10^2}{\sqrt{3.6209/10}}=0.2793$$

查正态检验D界限值表(附录四表29),$\alpha=0.05$的D值上下限值为0.2513−0.2849,现D值在此范围内,可认为这样本从正态总体中抽出。

上述的三种方法,以极差与标准差比值检验最方便,D检验次之。偏度和峰度检验较复杂,但该方法可通过偏度系数和峰度系数,了解数据分布的形状。从上述的例子可看出,用三种方法检验同一批数据时,偏度和峰度检验和R/s检验表明数据失正态,而D检验表明数据呈正态,说明D检验效率相对低些。

其他检验

圆分布数据假设检验

圆正态分布(circular normal distribution)是一种双变量分布，这两个变量是均数为0、方差相同、呈正态分布的独立变量。其密度函数为

$$f(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma^2}\exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

圆正态分布在医学上用于角度为变量数据的统计分析。1天24小时按事件发生的时点为变量、或1年365天按事件发生的日期为变量的数据的分析处理，也可将时点、日期化成以0点钟或1月1日为起点的角度，然后用圆正态分布方法处理。例如，将1天24小时作为一个圆，有4个婴儿的出生时点分别为0点、6点、12点、18点，可换变为角度：0°、90°、180°及270°(图1)，[通过变换

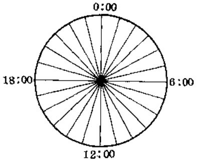


图1 昼夜时间的圆形标度

公式：角度变量a°(度)$=\frac{360^\circ}{24}T$(时点)]进行分析。

圆正态分布法的优点是，在圆的任何一点作为0点计算角度，可得同样的分析结果。医学上常有适用于圆正态分布方法处理的数据，如婴儿出生时点、老人死亡时点、疾病的发病日期、痔疮在肛门口的位置、乳腺肿瘤发生位置、心向量图的位置(图2)等。

这类数据的统计分析目的有：①以某事件出现的角度a为变量时，其分布为均匀的、还是有集中趋向的，用角均数检验方法判断。②用两个(或多个)样本角均数比较的方法，判断两样本或多个样本的角均数有否显著差别等。

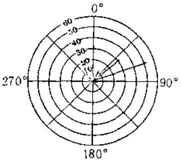


图2 心向量图圆形分布

角均数检验 检验假设为各点在圆周上分布是均匀的(r的参数$\rho=0$)。

从变量$a_1, a_2 \cdots a_n$计算出r值及角均数。第一步先将角度a_i分解为横坐标、纵坐标两个变量，以x、y分别为其均数[式(2)、(3)]，从式(4)计算出r值，r值为圆心0与点(x, y)的距离。

$$x=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\cos a_i \quad (2)$$

$$y=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sin a_i \quad (3)$$

$$r=\sqrt{x^2+y^2} \quad (4)$$

角均数可用下式计算而得：

$$\bar{a}=\cos^{-1}\frac{x}{r}$$

$$\text{或}\ \bar{a}=\sin^{-1}\frac{y}{r} \quad (5)$$

检验方法为查圆分布r临界值表(附录四表36)。$r>r_{0.05}$时，$P<0.05$，说明总体角均数不等于0。否则，接受检验的假设，即各点在圆周上分布是均匀的，无集中倾向。

两个(或多个)样本角均数比较 有R个样本的角度数据，其样本含量分别为n_1、n_2、$n_3 \cdots n_R$，为了比较它们相互间有无差别，可按如下步骤作检验。

原假设为各样本所代表的总体角均数相等。

(1) 用公式(2)－(5)计算出各个样本的r_j, a_j。

(2) 用式(6)、(7)计算出各个样本的R_j值及R个样本合并后的R值。

$$R_j = n_j r_j \quad (6)$$

$$R = Nr \quad (7)$$

式中N为全部样本的总含量，即

$$N = n_1 + n_2 + \cdots + n_j + \cdots + n_k \quad (8)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (9)$$

式(9)的x和y由下二式求得：

$$x = \frac{1}{N}\left(\sum_{j=1}^{k} x_j n_j\right) \quad (10)$$

$$y = \frac{1}{N}\left(\sum_{j=1}^{k} y_j n_j\right) \quad (11)$$

式中x_j、y_j和n_j分别为各样本的x，y和样本含量。

(3)计算统计量F：

$$F = k\frac{(N-k)(\sum R_j - R)}{(n-1)(N-\sum R_j)}$$

$$v_1 = k-1, v_2 = N-k \quad (12)$$

当k＝2时，即为二个样本的比较，

$$F = k\frac{(N-2)(R_1+R_2-R)}{N-R_1-R_2}$$

$$v_1 = 1, v_2 = N-2 \quad (13)$$

在式(12)、(13)中，k为纠正因子，可根据r值查Watson-Williams检验校正因子k表(附录四表37)而得。将统计量F查F临界值表(附录四表18)，即可作出推断。

例1 某人观察了10例心脏病患者死亡的时间，分别为3、22、21、12、11、7、8、24、14、3点钟，试问死亡时间的分布是否是均匀的？

(1) 先将时间转换角度，按公式

$$a^{\circ}(度) = \frac{360^{\circ}}{24}T \quad (T为时间)$$

得到的角度分别为45°，330°，315°，180°，165°，105°，120°，360°，210°，45°。

(2) 按式(2)、(3)、(4)，分别计算x、y和r：

$$x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\cos a_i = \frac{1}{10}(\cos 45^{\circ} + \cos 330^{\circ} + \cdots + \cos 45^{\circ})$$

$$= (-0.162)\frac{1}{10} = -0.016\,2$$

$$y = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sin a_i = \frac{1}{10}(\sin 45^{\circ} + \sin 330^{\circ} + \sin 315^{\circ} - \cdots + \sin 45^{\circ})$$

$$= (1.471)\times\frac{1}{10} = 0.147\,1$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-0.0162)^2 + (0.1471)^2} = 0.159$$

(3) 查圆分布r值临界表(附录四表36)，当n＝10时，得$r_{0.05} = 0.540\,3$。本例$r < r_{0.05}$，所以$P > 0.05$，说明这心脏病患者在一天中的死亡时间未见有聚集性。

例2 在例1的基础上，某人又观察了10例非心脏病患者的死亡时间，分别为16、17、15、20、21、23、1、2、3、24点钟，问这两种病的时间分布是否一致？

(1) 将非心脏病患者的死亡时间转换为角度，得240°、255°、225°、300°、315°、345°、15°、30°、45°、360°。

(2) 按例1的方法计算r_2、x_2、y_2(这里用下标2表示非心脏病者的指标，用下标1表示心脏病患者的指标)。

$$x_2 = \frac{1}{10}(\cos 240^{\circ} + \cos 255^{\circ} + \cdots + \cos 360^{\circ})$$

$$= 0.193$$

$$y_2 = \frac{1}{10}(\sin 240^{\circ} + \sin 255^{\circ} + \cdots + \sin 360^{\circ})$$

$$= -0.371$$

$$r_2 = 0.418$$

从例1已知：$x_1 = -0.016\,2$　$y = 0.147\,1$，$r_1 = 0.159$。

根据式(10)、(11)和(9)二组合并后的x，y和r值为：

$$x = \frac{1}{20}(-0.016\,2\times10 + 0.193\times10) = 0.088\,4$$

$$y = \frac{1}{20}(0.147\,1\times10 - 0.371\times10) = -0.112\,0$$

$$r = \sqrt{0.088\,4^2 + (-0.112\,0)^2} = 0.142\,6$$

(3) 计算R，R_1和R_2：

$R = 20\times0.142\,6 = 2.852$

$R_1 = 10\times0.159 = 1.59$

$R_2 = 10\times0.418 = 4.18$

(4) 计算统计量F：

$$F = k\times\frac{(20-2)(1.59+4.18-2.852)}{20-1.59-4.18} = k\times3.691$$

查附录四表37，得k＝2.97

$F = 2.97\times3.691 = 10.96$

(5) 判断：$\nu_1 = 2-1 = 1$，　$\nu_2 = 20-2 = 18$

查F表(附录四表18)$F_{0.05(1,18)} = 4.41$。因为$F > F_{0.05(1,18)}$，所以$P < 0.05$，说明这两种病的死亡时间分布是不同的。

Poisson分布数据的假设检验

Poisson分布为法国数学家S. D. Poisson所建立的一种描述离散型数据的分布函数，用于描述稀少事件出现的次数(如大样本人群中某发病率的疾病的患病数或死亡数)，或描述在一个连续的时间或空间中独立计数的抽样分布(如每分钟出现的放射性颗粒数，每立方米空间的粉尘粒数)。在流行病学研究中，常用Poisson分布来拟合人时(如人年)的发病率。

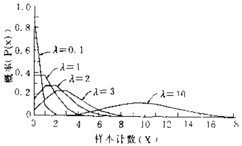
Poisson分布的概率函数为

$$p(x) = \frac{\lambda^X}{X!}e^{-\lambda} \quad (1)$$

式中p(x)为某事件出现的概率，X为某事件出现的次数，λ为Poisson分布的均数和方差。

Poisson分布有如下几个性质：①其方差等于均数。②当λ增大时，Poisson分布逐渐逼近正态分布(图)。③当n很大，p很小，np＝λ为一常数时，二项分布近似于Poisson分布；p愈小，近似程度愈好。④如果相互独立的k个随机变量都服从Poisson分布，则它们之和仍服从Poisson分布，且其均数为k个随机变量的均数之和。

Poisson分布数据的假设检验主要用于：①Poisson分布拟合优度检验。步骤是先计算样本均数与方差，若两



不同λ值的Poisson分布

者相等或相近，按Poisson分布拟合(见"Poisson分布拟合"条)和拟合优度检验(见"拟合优度检验"条)的步骤进行。②样本计数X与总体参数λ有否显著差别的假设检验。③两样本比较及多组样本比较等。

样本计数X与总体参数λ比较 原假设：$\lambda_X=\lambda_0$。λ_X为样本所代表总体值。从样本值X求得总体λ_X的可信区间。如λ_0在这可信区间范围之内，则接受原假设，否则拒绝原假设。

(1) 当X≤50时，可查附录四表11即得。

(2) 当X>50时，λ_X的可信区间可用下式计算：

$$[\sqrt{X}-1.96(0.5)]^2,\ [\sqrt{X+1}+1.96(0.5)]^2 \qquad (2)$$

上式是利用Poisson分布的一个特性，呈Poisson分布的变量X，用平方根变换后，其方差为一常数，$(0.5)^2$。

两个呈Poisson分布样本的比较 检验的原假设为$\lambda_1=\lambda_2$。λ_1与λ_2分别为第一个样本与第二个样本所代表的总体均值。两个样本各有n_1与n_2个数据，可用Z检验。

$$Z=\frac{\bar{X}_1-\bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\bar{X}_1}{n_1}+\frac{\bar{X}_2}{n_2}}} \qquad (3)$$

当$n_1=n_2$时，

$$Z=\frac{\sum X_1-\sum X_2}{\sqrt{\sum X_1+\sum X_2}} \qquad (4)$$

式(4)适用于样本计数较大时的比较，如$\sum X_1+\sum X_2\geq 20$。若$\sum X_1+\sum X_2<20$，则用式(5)作连续性校正：

$$Z=\frac{|\sum X_1-\sum X_2|-1}{\sqrt{\sum X_1+\sum X_2}} \qquad (5)$$

两个以上呈Poisson分布样本的比较 原假设为$\lambda_1=\lambda_2=\cdots=\lambda_K=\lambda$。

当所有样本中变量的单位体积(或时间等)相同，变量X数值较大时，如$\bar{X}>5$或组数>15，可用下式来检验各样本是否来自均数为λ的总体。

$$\chi^2=\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{\bar{X}},\ 自由度=k-1 \qquad (6)$$

如果样本单位体积(或时间等)不同，变量X数值较小，要进行多组比较，则用平方根变换的方法进行假设检验。步骤如下：

设k个样本的合并事件数为X_i，合并体积(或时间等)为t_i，则每个样本的平均事件数$\hat{\lambda}_i=X_i/t_i$。假定全部样本来自均数为λ的总体，λ的估计值$\hat{\lambda}$为：

$$\hat{\lambda}=\frac{\sum X_i}{\sum t_i} \qquad (7)$$

把全部样本分为$\hat{\lambda}_i<\hat{\lambda}$和$\hat{\lambda}_i>\hat{\lambda}$两组分别计算：

$$Z_i=\frac{\sqrt{X_i+1}-\sqrt{t_i\hat{\lambda}}}{0.5},\quad 当\hat{\lambda}_i<\hat{\lambda} \qquad (8)$$

$$Z_i=\frac{\sqrt{X_i}-\sqrt{t_i\hat{\lambda}}}{0.5},\quad 当\hat{\lambda}_i>\hat{\lambda} \qquad (9)$$

然后计算χ^2值，作χ^2检验。

$$\chi^2=\sum_{i=1}^{k}Z_i^2 \qquad 自由度=k-1 \qquad (10)$$

$\chi^2>\chi^2_{0.05}$时，拒绝原假设，否则不拒绝。

例1 有人观察血细胞，计数池中400个小格，共有细胞1447个，试求95%可信区间。

按公式(2)可算得：

下限为：$[\sqrt{400}-1.96(0.5)]^2=361.8$

上限为：$[\sqrt{400+1}+1.96(0.5)]^2=441.2$

例2 在两个经空气消毒过的病房甲，分别各放置3个平皿，一定时间后收起培养，得到的葡萄球菌菌落数分别为11、8、19和4、5、20，问两个病房的消毒效果是否一致？

因为$n_1=n_2$，即两个病房的平皿数相同，

$$\sum x_1=11+8+19=38$$
$$\sum x_2=4+5+20=29$$

用式(4)作检验，得

$$Z=\frac{38-29}{\sqrt{38+29}}=1.10$$

因为Z<1.96，P>0.05，所以，可以认为两个病房的消毒效果无明显差别。

例3 在一经过空气消毒的病房内，6个地点各放置一个平皿，放置时间一样，培养葡萄球菌后得每平皿内葡萄球菌菌落数是11、7、14、18、9、11。问不同地点的消毒效果是否不一致？

因为6个地点均放一个平皿，故各组单位相等，这是比较多个单位体积相等的样本，可用式(6)计算χ^2值。

$\bar{X}=(11+7+14+18+9+11)\div 6=11.66$

$$\chi^2=\frac{1}{\bar{X}}\sum(X-\bar{X})^2$$
$$=\frac{1}{11.66}[(11-11.66)^2+(7-11.66)^2+(14-11.66)^2+(18-11.66)^2+(9-11.66)^2+(11-11.66)^2]$$
$$=\frac{1}{11.66}[(0.66)^2+(4.66)^2+(2.34)^2+(6.34)^2+(2.66)^2+(0.66)^2]$$
$$=6.46$$

自由度=6-1=5

查χ^2值表(附录四表16)，$\chi^2_{(0.05,5)}=11.07$。因为$\chi^2<\chi^2_{(0.05,5)}$，所以P>0.05，说明不同地点的消毒效果无明显差别。

二项分布数据假设检验

二项分布(binomial distribution)是描述具有每一观察单位只有两个相互对立的结果(如生与死,阳性与阴性)的数据的一种离散型分布。在流行病学研究中,常用来拟合累积发病率或患病率的分布。

二项分布的概率函数为

$$P(X)=\frac{n!}{X!\ (n-X)!}\pi^{X}(1-\pi)^{n-X} \quad (1)$$

式中P(X)为在含量n的样本中,出现阳性数为X的概率;π为总体中出现阳性结果的概率;$(1-\pi)$为总体中阴性结果的概率,n为每次独立试验中的样本含量;X为样本含量为n的一次试验中出现的阳性数;n-X为同次试验出现的阴性数;!为阶乘。

在二项分布中,当n足够大,且π不太靠近0或1时,(如$n\pi>5$及$n\geqslant 40$),二项分布逼近正态分布,于是P(X)可用标准正态分布函数来描述,可按下式求得Z值。

$$Z=\frac{|X-n\pi|-0.5}{\sqrt{n\pi(1-\pi)}} \quad (2)$$

二项分布的均数μ,方差σ^2与标准差σ分别按式(3)-(5)计算:

$$\mu=n\pi \quad (3)$$

$$\sigma^2=n\pi(1-\pi) \quad (4)$$

$$\sigma=\sqrt{n\pi(1-\pi)} \quad (5)$$

利用二项分布原理作统计推断,常用于:

总体率区间的估计 (1) 查表法:当样本含量n较小,样本率p接近于0或1时,可通过查百分比95%可信区间表(附录四表10)来确定总体率95%的可信区间。

(2) 正态近似法:当n足够大,且样本率p和(1-p)均不太小,如np与n(1-p)均大于5时,可按下式求总体率的可信区间:

$$(p\pm Z_{\alpha}s_p) \quad (6)$$

Z_α为取α水准时的标准正态离差,求95%可信区间时,$Z_{0.05}=1.96$;s_p为率的标准误,

$$s_p=\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (7)$$

样本率与总体率比较 其目的是推断该样本所代表的未知总体率π与已知总体率π_0是否相等 原假设H_0:$\pi=\pi_0$;备择假设H_1:$\pi\neq\pi_0$。当二项分布逼近正态分布时,可用Z检验(见"样本与总体比较"条)。另一种方法是直接计算概率法。即按前述的二项分布概率直接计算分布的尾部面积(见下例)。求出的尾部面积,与所取单侧检验水准作比较,作出推断。当π偏离0.5较远,且阳性数X较小时,使用本法较为合适。

两样本率的比较 (见"两组样本比较"条目中两样本率比较的Z检验)。

例 某胸科医生在一生产氯甲甲醚工厂收集到的14例肺癌病人中,发现有12例的病理组织学类型是燕麦细胞癌。已知一般人群中燕麦细胞癌占全部肺癌的比例是10%($\pi=0.1$)。试问该厂的燕麦细胞癌是否比一般人群高,即燕麦细胞癌在该厂的分布是否具有聚集性?

14例肺癌病人可看作是一组n个独立试验,如果每个试验结果有两种可能(+或-,有或无燕麦细胞癌),和已知每个试验阳性结果的概率,可用二项分布预测这阳性结果的概率;如果小于所定的检验水准,则可认为该样本的总体率与已知的总体率是不同的。样本率比已知的总体率高,说明有聚集性。

H_0:该样本的总体率与已知总体率相等。

H_1:两个总体率不相等。

因为问题是该厂的燕麦细胞癌是否比一般人群高,故作单侧检验。$\alpha=0.025$

单侧尾部面积为$P(X=12)$,$P(X=13)$,$P(X=14)$三者之和。

当$X=12$时,$P(12)=\frac{14!}{12!\ (14-12)!}(0.1)^{12}\times(0.9)^{(14-12)}$
$=7.37\times10^{-11}$

当$X=13$时,$P(13)=\frac{14!}{13!\ (14-13)!}(0.1)^{13}\times(0.9)^{(14-13)}$
$=1.26\times10^{-12}$

当$X=14$时,$P(14)=\frac{14!}{14!\ (14-14)!}(0.1)^{14}\times(0.9)^{(14-14)}$
$=1\times10^{-14}$

$P=P(12)+P(13)+P(14)=7.37\times10^{-11}+1.26\times10^{-12}+1\times10^{-14}=7.497\times10^{-11}$

按$\alpha=0.025$检验水准,拒绝H_0,接受H_1。可认为该厂燕麦细胞癌的比例比一般人群高,即燕麦细胞癌在该生产氯甲甲醚工厂具有聚集性,应该引起重视。

ridit 检验

ridit检验(relative to an identified distribution unit)是用于比较等级数据样本的一种统计检验。在检验中,先要确定一个参照组的等级分布,根据这一分布制定出各个等级的参照单位(ridit,以R表示)值,并把各样本中每个以等级表示的观察值变换成R值,于是分别计算各对比样本平均R值($\bar{R}$),及其95%的可信区间(如规定$\alpha=0.05$)。从这个区间是否包括参照单位平均数(为一固定值0.5),来作出判断:从中抽出这个样本的总体与参照总体是否等同。

作ridit分析时,必须选定一个参照组。最早的方法(Bross法)是在各对比组中取一个组,如把作为对照的组选为参照组。参照组的$\bar{R}$为0.5,R的方差为1/12(一般略小于1/12)。其他对比样本根据参照组提供的各等级参照单位值,分别计算各自的平均值$\bar{R}_i$。$\bar{R}_i$的方差$\sigma^2_{\bar{R}}$:

$$\sigma^2_{\bar{R}i}=1/(12\,n_i) \quad (1)$$

n_i为i组样本的含量。

以后,对这最早规定的方法有所修正(Selvin),如参照组的样本含量不大时,对Bross法的参照组是固定的这一看法有改变,将各对比组$\bar{R}_i$的方差计算的式(2)代替式(1):

$$\sigma^2_{\bar{R}_i}=\frac{1}{12\,n_0}+\frac{1}{12\,n_i} \qquad (2)$$

式中n_0为参照组的样本含量。

如有两个样本作比较，用了一个共同的参照组(如另一个作为对照的组作为参照组)，各计算出$\bar{R}_1$与$\bar{R}_2$值，由下式作Z检验：

$$Z=\frac{\bar{R}_1-\bar{R}_2}{\sqrt{\sigma^2_{\bar{R}_1-\bar{R}_2}}} \qquad (3)$$

$$\sigma^2_{\bar{R}_1-\bar{R}_2}=\frac{1}{12\,n_1}+\frac{1}{12\,n_2} \qquad (4)$$

n_1、n_2分别为两个对比样本的含量大小(由于用了共同参照组，$\bar{R}_1$与$\bar{R}_2$变为相关而有协变量，式(4)考虑了这个因素而使式中无n_0值)。

如有k个样本，平均ridit为$\bar{R}_1\cdots\bar{R}_k$，检验它们是否从同一个总体中取出的样本，可作χ^2检验：

$$\chi^2=12\left[\sum_{i=1}^{k}n_i(\bar{R}_i-\bar{R})^2+\frac{Nn_0}{N+n_0}(\bar{R}-0.5)^2\right] \qquad (5)$$

自由度＝k

上式中，N为1～k个样本含量总数，不包括对照组；$\bar{R}$为1～k个样本的加权平均：

$$\bar{R}=\sum_{i=1}^{k}n_i\bar{R}_i/N \qquad (6)$$

式(5)又可分割成：①$\chi^2_1=12[\sum_{i=1}^{k}n_i(\bar{R}_i-\bar{R})^2]$，自由度＝k－1；②$\chi^2_2=12\frac{Nn_0}{N+n_0}(\bar{R}-0.5)^2$，自由度为1。分别表示k个样本$\bar{R}_i$偏离$\bar{R}$和$\bar{R}$偏离参照组均值0.5的$\chi^2$值。

分析步骤为：

(1) 选定参照组，从参照组各等级频数计算出各等级的R值。计算方法是，将一个等级频数的1/2值，加到"移下一行的累计频数"中，再除以总例数n_0，即得这一等级的R(参照)值。

参照组各个等级都应没有频数为0的值，如为大样本则更好。

(2) 从参照组得到的R值，按式(7)计算各对比组的平均R值：

$$\bar{R}_i=\frac{\sum fR}{n_i} \qquad (7)$$

式中i组的平均R记为$\bar{R}_i$，f为这一组各个等级中出现的频数，R为相应的参照单位值。n_i为这一组的样本含量，即$\sum f$。

(3) 根据不同类型的比较，选用不同的检验方法：

样本与参照组比较：当参照组含量为n_0时，用式(2)计算出样本$\bar{R}_i$的方差$\sigma^2_{\bar{R}_i}$。并用式(8)计算出95%可信限：

$$\bar{R}_i\pm1.96\,\sigma_{\bar{R}_i} \qquad (8)$$

如这一可信区间包括0.5，表示无显著差别。否则，有显著差别。

样本与样本之间比较：当两个样本选用同一个参照组时，可用式(3)、(4)作Z检验。

多组样本作比较而选用同一个参照组时，用式(5)、(6)作χ^2检验。

(4) 作图计算出各样本的$\bar{R}_i$及可信区间。如某样本区组不与$\bar{R}=0.5$相交，则可认为与参照组有显著差别。

例1 对退休的棉工与非棉工各55名作肺部X线的检查，比较两组工人肺部间质纤维化改变有无差别。肺部间质纤维化改变分为Ⅰ—Ⅴ级，Ⅰ为无改变。调查结果见表1。问棉工与非棉工肺部间质纤维化改变有无差别?

表1 退休棉工与非棉工肺部间质纤维化改变

肺纤维化分级	棉工组	非棉工组
Ⅰ	29	38
Ⅱ	16	6
Ⅲ	3	8
Ⅳ	6	3
Ⅴ	1	0
合计人数	55	55

(1) 选定参照组。现两组人数一样，因为非棉工组在第Ⅴ组中频数为0，不能计算出参照单位值R，所以选棉工组为参照组。通过如表2的计算，得到各等级的R值。

表2 从参照组得各等级R值的计算

肺纤维化分级 (1)	频数 f (2)	$\frac{(2)}{2}$ (3)	(2)各行累计并移下一行 (4)	(3)＋(4) (5)	(5)/n_0 (6)
Ⅰ	29	14.5	0	14.5	0.264
Ⅱ	16	8	29	37	0.673
Ⅲ	3	1.5	45	46.5	0.845
Ⅳ	6	3	48	51	0.927
Ⅴ	1	0.5	54	54.5	0.991
合计	$n_0=55$				

(2) 从式(7)计算样本的平均参照单位值$\bar{R}_i$：

$$\bar{R}_1=\frac{\sum fR}{n_1}$$

$=(38\times0.264+6\times0.673+8\times0.845+3\times0.927)/55$

$=23.611\div55=0.429$。

(3) 计算样本$\bar{R}_1$的95%可信限：

从式(2)，

$$\sigma^2_{\bar{R}}=\frac{1}{12\,n_0}+\frac{1}{12\,n_1}=\frac{1}{12\times55}+\frac{1}{12\times55}=0.055^2$$

从式(8)，

$$\bar{R}_1\pm1.96\,s_{\bar{R}}=0.429\pm1.96\times0.055$$
$$=0.429\pm0.108$$

可信区间为0.321—0.517，包括了0.5，因此表示样本与参照组无显著差别。

例2 对55名退休棉工和55名退休非棉工进一步调查吸烟习惯，得如表3结果，问各组之间在肺纤维化程度上有否差别?

(1) 以有吸烟习惯的退休棉工组为参照组，得各等级的参照单位值如表4。

表3 棉工和非棉工的肺纤维化分级

肺纤维化分级 (1)	棉工 吸烟 (2)	棉工 不吸烟 (3)	非棉工 吸烟 (4)	非棉工 不吸烟 (5)
Ⅰ	5	24	7	31
Ⅱ	5	11	1	5
Ⅲ	2	1	6	2
Ⅳ	5	1	3	0
Ⅴ	1	0	0	0
n_i	$n_0=18$	37	17	38

表4 从参照组得各等级R值

肺纤维化分级 (1)	频数 f (2)	(2)/2 (3)	(2)各行累计并移下一行 (4)	(3)+(4) (5)	$(5)/n_0$ (6)
Ⅰ	5	2.5	0	2.5	0.139
Ⅱ	5	2.5	5	7.5	0.417
Ⅲ	2	1	10	11	0.611
Ⅳ	5	2.5	12	14.5	0.806
Ⅴ	1	0.5	17	17.5	0.972
合计	$n_0=18$				

(2) 从式(7)计算出各组样本的$\bar{R}_i$

棉工不吸烟组

$\bar{R}_1=(24\times0.139+11\times0.417+1\times0.611+1\times0.806)/37=9.34/37=0.252$

非棉工吸烟组

$\bar{R}_2=(7\times0.139+1\times0.417+6\times0.611+3\times0.806)/17=0.440$

非棉工不吸烟组

$\bar{R}_3=(31\times0.139+5\times0.417+2\times0.611)/38=0.200$

(3) 作χ^2检验。按式(6),计算$\bar{R}_1$、$\bar{R}_2$、$\bar{R}_3$的加权$\bar{R}$:

$\bar{R}=\sum n_i\bar{R}_i/N=(37\times0.252+17\times0.440+38\times0.2)/(37+17+38)=24.404/92=0.265$, $N=92$

按式(5)计算χ^2值:

$$\chi^2=12[\sum n_i(\bar{R}_i-\bar{R})^2+\frac{Nn_0}{N+n_0}(\bar{R}-0.5)^2]$$

$$=12[37(0.252-0.265)^2+17(0.44-0.265)^2+38(0.2-0.265)^2+\frac{92\times18}{92+18}(0.265-0.5)^2]$$

$$=12[0.006\,25+0.520\,63+0.160\,55+0.831\,39]=18.225$$

自由度=3。

查χ^2表,$\chi^2_{0.05,3}=3.182$。

结果表示4组样本(包括参照组)之间$\bar{R}$值并非全部来自同一个总体。现进一步作χ^2分割:

$\chi_1^2=12\sum n_i(\bar{R}_i-\bar{R})^2=12(0.006\,25+0.520\,63+0.160\,55)=8.24$,

自由度$=k-1=3-1=2$;

$\chi_2^2=12\frac{Nn_0}{N+n_0}(\bar{R}-0.5)^2=12\times0.831\,39=9.97$

自由度=1,

查χ^2值表,$\chi^2_{0.05,2}=5.99$, $\chi^2_{0.05,1}=3.84$。因而,$\chi_1^2>5.99$, $P<0.05$; $\chi_2^2>3.84$, $P<0.05$。

从χ_2^2表示参照组与其他三个组平均有显著差别。由于其他三个组的$\bar{R}_i$均小于0.5,说明参照组肺纤维化较严重,留下的其他三个组也有显著差别。以非棉工吸烟组为参照组继续作χ^2检验,得$\bar{R}_i$分别为0.307(棉工不吸烟)、0.260(非棉工不吸烟)、$\bar{R}$(两个不吸烟组平均)=0.283。得

$\chi_1^2=2.84$,自由度=1,$\chi_1^2<\chi^2_{0.05,1}$, $P>0.05$

$\chi_2^2=7.83$,自由度=1,$\chi_2^2<\chi^2_{0.05,1}$, $P<0.05$

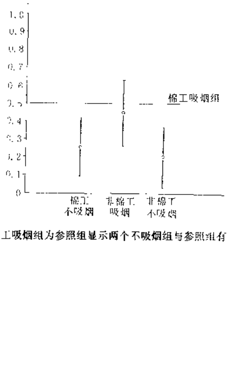
从χ_2^2表示参照组(非棉工吸烟组)与两个不吸烟组的平均有显著差别,χ_1^2值则表示两个不吸烟组$\bar{R}_i$与它们的平均$\bar{R}$间无显著不同。

分析结果说明吸烟组与不吸烟组在肺纤维化上有显著不同

(4) 图示方法:现以棉工吸烟组为参照组,观察其他三个组与参照组有否显著差别,用式(2)计算出各组$\bar{R}_i$的方差,再计算可信限,得结果如下:

组别	$\bar{R}_i$	$\sigma_{\bar{R}_i}=\sqrt{\frac{1}{12n_0}+\frac{1}{12n_i}}$	$\bar{R}_i\pm1.96\sigma_{\bar{R}_i}$
棉工,不吸烟	0.252	0.083	0.089—0.414
非棉工,吸烟	0.440	0.098	0.248—0.632
非棉工,不吸烟	0.200	0.083	0.138—0.363

上列数据制成图。可见棉工不吸烟组与非棉工吸烟组与参照组有显著差别(图)。



以棉工吸烟组为参照组显示两个不吸烟组与参照组有区别

参数估计

参数估计

统计上常用参数来描述总体的特征,如用总体均数、中位数和众位数等来描述总体的中心位置或集中趋势,用总体标准差、极差和四分位数间距等来描述总体的离散度。但总体参数常属未知,需进行参数估计,也就是用样本统计量来估计总体参数(包括其估计误差)。参数估计(parameter estimation)和假设检验是统计推断的两个重要领域。

参数估计分为点估计和区间估计。点估计是给出被估计参数一个适当的估计值;区间估计是给出被估计参数的可能的数值范围。如抽样调查某地7岁男孩身高,得样本均数119.1 cm,以此作为该地7岁男孩身高总体均数的估计值,这是点估计。若提出该地7岁男孩身高总体均数的95%可信区间为118.3—119.3 cm,这是区间估计。在科技报告中,点估计与区间估计常同时写出,如本例可写成:119.1 cm(118.3, 119.9 cm)。用点估计时,为了说明估计的精度,常同时写明标准误。

点估计

参数的点估计(point estimation)是根据样本测值对总体参数作定值估计。例如,设$X_1, X_2, \cdots X_n$是从总体中抽取的容量为n的样本,样本均数与样本方差分别为

$$\bar{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i$$

$$s^2=\frac{1}{(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2$$

一般设总体分布函数$F(X;\theta_1,\theta_2\cdots\theta_k)$,用k个样本函数$\hat{\theta}_i=\hat{\theta}_i(X_1,X_2\cdots X_n)$分别去估计k个参数$\theta_i$, i=1, 2…k,称$\hat{\theta}_i$为$\theta_i$的估计量(estimator)。估计量是用于估计参数的统计量。对于每一个观测样本,有一个相应的值,称为参数的估计值(estimate)。

这种用$\hat{\theta}_i$对参数θ_i作的定值估计,称为参数的点估计。

区间估计

参数的区间估计(interval estimation of parameter)是从样本的观察值对总体的未知参数值的可能范围作出估计,也即对未知参数估计值定出一个区间,使参数值按指定的概率包含在这个区间内。

例如,已知总体呈正态分布,$\sigma=10$,而不知其均数μ。从这总体中抽取含量n=25的样本,其平均数$\bar{X}$为50,即可对总体均数μ作一区间估计:

$$(\bar{X}-Z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}},\bar{X}+Z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}})$$

以$\bar{X}=50$、$\sigma=10$、$n=25$、$\alpha=0.05$、$Z_\alpha=1.96$代入得:46.08—53.92。总体均数在这范围之内。

所估计的区间,称为可信区间,当$\alpha=0.05$时,称为95%可信区间,95%为$1-\alpha$值。这一区间的上下两个数值,称为可信限(confidence limit)。通常计算95%可信区间。当要求得到99%的可信区间时,则$1-\alpha=0.99$, α取0.01。$1-\alpha$称为可信度或可信概率(confidence probability)。当$1-\alpha$取95%时,表示从样本而得的可信区间,有95%的概率包含总体的参数。也就是说,从被估计的总体中随机抽取含量为n的样本,由每个样本计算出一个95%可信区间,有95%可信区间将包含被估计的参数值,而5%将不包括。所以$1-\alpha$取值越高,如取99%,所得区间更为可信。

矩估计

矩(moment)是随机变量X或X与期望值E(X)之差(X-E(X))的幂函数的数学期望。X的k次幂的数学期望$E(X^k)$称为X的k阶原点矩;X-E(X)的k次幂的数学期望$E(X-E(X))^k$称为X的k阶中心矩。X的一阶原点矩E(X)就是总体的均数,X的二阶中心矩$E(X-E(X))^2$就是总体的方差。矩估计法(moment method of estimation)就是用样本矩来估计相应的总体矩,或根据参数与矩的函数关系来估计参数的方法。

设一总体的分布为$F(X_i,\theta_1、\theta_2\cdots\theta_p)$, X为变量, $\theta_1\cdots$

θ_p为p个参数。样本的i阶原点矩为m_i，中心矩为μ_i；相应的总体矩记为$E(X_i)=M_i(\theta_1, \theta_2\cdots\theta_p)$与$E\{(X-E(X))_i\}=U_i(\theta_1, \theta_2\cdots\theta_p)$。$m_i$、$\mu_i$可作为$M_i$、$U_i$的估计值。

总体分布中的参数不一定就是矩本身。当分布为已知时，就可知道原点矩、中心矩与参数的函数关系。样本矩可从样本变量值得到，以样本矩代替总体矩，得p个方程组，即$i=1\cdots p$

$$m_i=M_i(\theta_1, \theta_2\cdots\theta_p)$$

$$\text{或}\ \mu_i=U_i(\theta_1, \theta_2\cdots\theta_p) \qquad (1)$$

从p个方程得p个未知参数估计值。

由n个测值的样本$X_1\cdots X_n$，得自呈指数分布的总体。指数分布的参数为λ，指数分布的密度函数为：

$$f(X)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda X}, & \text{当}X>0\\ 0, & X\leqslant 0\end{cases} \qquad (2)$$

变量X的期望值为

$$E(X)=\frac{1}{\lambda} \qquad (3)$$

因样本的一阶原点矩为$\bar{X}$。根据式(3)，可从样本$\bar{X}$得λ的估计量：

$$\hat{\lambda}=\frac{1}{\bar{X}} \qquad (4)$$

设变量$X_1\cdots X_n$为从总体X的随机样本，X服从Γ分布。Γ分布有α、β两个参数，这分布的一阶期望值和方差分别为：

$$E(X)=\beta(\alpha+1)$$

$$D(X)=\beta^2(\alpha+1)$$

从$X_1\cdots X_n$样本测值可以估计α、β。

样本的一阶原点矩和二阶中心矩分别为$\bar{X}$与s^2。根据式(1)得

$$\begin{cases}\bar{X}=\hat{\beta}(\hat{\alpha}+1)\\ s^2=\hat{\beta}^2(\hat{\alpha}+1)\end{cases}$$

解上联立方程式，得

$$\hat{\alpha}=\frac{\bar{X}^2}{s^2}-1$$

$$\hat{\beta}=\frac{s^2}{\bar{X}}$$

从上两公式得到$\hat{\alpha}$、$\hat{\beta}$，即为α、β两个参数的估计量。

最大似然估计法

最大似然估计法(maximum likelihood method of estimation)又称极大似然估计法，是对一已发生的事件(即具体样本)，认为其发生的概率应该最大，所以当分布类型已知时，就可以从样本观测值写出概率计算式(又称最大似然函数)，从而计算出使该概率为最大时的参数估计值的估计法。

设有一分布$P(X;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)$，其中$\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k$为k个未知参数。取一样本值为$X_1X_2\cdots X_n$的概率为：

$$P(X=X_1)P(X=X_2)\cdots P(X=X_n)=\prod_{i=1}^{n}P(X_i;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)$$

$$\text{记}L=L(X_1, X_2\cdots X_n;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)$$

$$=\prod_{i=1}^{n}P(X_i;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k) \qquad (1)$$

当参数$\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k$满足

$$\frac{\partial L}{\partial\theta_j}=\frac{\partial}{\partial\theta_j}L(X_1, X_2\cdots X_n;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)=0$$

$$j=1, 2, \cdots k \qquad (2)$$

或

$$\frac{\partial \ln L}{\partial\theta_j}=\frac{\partial}{\partial\theta_j}\ln L(X_1, X_2\cdots X_n;\theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)=0$$

$$j=1, 2\cdots k \qquad (3)$$

时，概率$\prod_{i=1}^{n}P(X_i, \theta_1, \theta_2\cdots\theta_k)$最大。由$\frac{\partial L}{\partial\theta_j}=0$或$\frac{\partial \ln L}{\partial\theta_j}=0$，$j=1, 2\cdots k$，解出的$\hat{\theta}_j=\hat{\theta}_j(X_1, X_2, \cdots, X_n)$就称为相应参数$\theta_j$的最大似然估计，L称为似然函数，lnL称为对数似然函数。

例1 从Poisson分布$P(X;\lambda)$中抽出样本$X_1\cdots X_n$。求出参数λ的最大似然估计。

因Poisson分布$P(X;\lambda)=\frac{\lambda^X e^{-\lambda}}{X!}$，样本值为$X_1\cdots X_n$时似然函数与对数似然函数为：

$$L=\frac{\lambda^{\Sigma X_i}e^{-n\lambda}}{\prod_{i=1}^{n}(X_i!)}$$

$$\ln L=\sum_{i=1}^{n}X_i\ln\lambda-n\lambda-\sum_{i=1}^{n}\ln(X_i!)$$

所以由

$$\frac{\partial \ln L}{\partial\lambda}=0$$

解得

$$\hat{\lambda}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i=\bar{X}$$

即Poisson分布参数λ的最大似然估计为样本均数。

例2 从正态分布$f(X;\mu, \sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}}$中抽出随机样本$X_1\cdots X_n$。求参数$\mu$与$\sigma^2$的最大似然估计。

正态分布的似然函数与对数似然函数分别为

$$L=\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\right)^n e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}$$

$$\ln L=-\ln(\sqrt{2\pi})^n-\frac{n}{2}\ln\sigma^2-\frac{1}{2}\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2$$

所以由

$$\begin{cases}\frac{\partial \ln L}{\partial\mu}=\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)=0\\ \frac{\partial \ln L}{\partial\sigma^2}=-\frac{n}{2\sigma^2}+\frac{1}{2(\sigma^2)^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2=0\end{cases}$$

解得

$$\begin{cases}\hat{\mu}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i=\bar{X}\\ \hat{\sigma}^2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2=s^2,\end{cases}$$

即正态分布$N(\mu, \sigma^4)$中，参数μ与σ^2的最大似然估计与矩估计

相同。

最小二乘法

最小二乘法(least square method)是一种参数估计方法,常用于回归方程式的参数估计.这一方法的基本原理是使从回归方程式算得的估计值$\hat{Y}$与实际观测值Y的离差平方和$\sum(Y-\hat{Y})^2$达最小。

设两个变量X,Y的关系为

$Y=\alpha+\beta X+\varepsilon$,其中$\varepsilon$是随机变量,$\alpha$、$\beta$是参数。相应的直线回归方程式为

$$\hat{Y}=a+bX$$

其中a与b分别是参数α与β的估计,如何由样本$(X_1,Y_1)\cdots(X_n,Y_n)$求得a与b,可用最小二乘法,即使a与b满足以下条件:

$$\begin{aligned}Q=\sum(Y-\hat{Y})^2&=(Y_1-\hat{Y}_1)^2+(Y_2-\hat{Y}_2)^2+\cdots+(Y_n-\hat{Y}_n)^2\\&=[Y_1-(a+bX_1)]^2+[Y_2-(a+bX_2)]^2+\cdots+[Y_n-(a+bX_n)]^2\end{aligned}$$

达最小。由微积分学,a与b必满足以下方程组:

$$\begin{cases}\dfrac{\partial Q}{\partial a}=0\\[2mm]\dfrac{\partial Q}{\partial b}=0\end{cases}$$

即方程组

$$\begin{cases}na+b\sum X=\sum Y\\a\sum X+b\sum X^2=\sum XY\end{cases}$$

解上述方程组得到

$$b=\frac{\sum XY-(\sum X)(\sum Y)/n}{\sum X^2-(\sum X)^2/n}\tag{1}$$

$$a=\bar{Y}-b\bar{X}\tag{2}$$

所以用最小二乘法求回归方程式$\hat{Y}=a+bX$中a与b,只要先求$\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$, $\sum XY$,然后代入式(1)和式(2)(具体例子见"直线回归"条)。

贝叶斯估计法

贝叶斯估计法(Bayes method of estimation)是除了利用样本提供的信息外,还结合以前经验的信息来作参数估计的方法。这与矩法和最大似然估计法不同,后两者只是用样本提供的信息来对参数作出估计。在估计中利用已有的经验信息有可能得到更有实际意义的估计值,但此法的处理步骤较矩法和最大似然法稍复杂。

贝叶斯估计法把所求的参数在可能出现的范围中视作变量,其分布称为先验分布,以$h(\theta)$表示,由先验信息所提供;以$f(x/\theta)$表示在参数取值θ条件下总体X的条件分布,并设θ在出现样本值为X时的条件分布为$g(\theta/x)$,则根据贝叶斯定理,从$h(\theta)$、$f(x/\theta)$可得$g(\theta/x)$。

有了$g(\theta/x)$后,再采用其他的参数估计方法,得到参数θ的贝叶斯估计量。其步骤如下:

1. 由样本x_1、$x_2\cdots x_n$确定$f(x/\theta)$。
2. 确定先验分布$h(\theta)$。
3. 根据贝叶斯定理,构成$g(\theta/x)$.它有下列几种形式:

(1) θ、x都是离散型时,

$$g(\theta/x)=\frac{h(\theta)f(x/\theta)}{\sum_{\theta}h(\theta)f(x/\theta)}\tag{1}$$

g、h、f表示概率分布。

(2) θ为离散型,x为连续型时,

$$g(\theta/x)=\frac{h(\theta)f(x/\theta)}{\sum_{\theta}h(\theta)f(x/\theta)}\tag{2}$$

g、h表示概率分布,f表示概率密度。

(3) θ为连续型,x为离散型时,

$$g(\theta/x)=\frac{h(\theta)f(x/\theta)}{\int_{-\infty}^{\infty}h(\theta)f(x/\theta)d\theta}\tag{3}$$

g、h为概率密度,f为概率分布。

(4) θ、x都是连续型时,

$$g(\theta/x)=\frac{h(\theta)f(x/\theta)}{\int_{-\infty}^{\infty}h(\theta)f(x/\theta)d\theta}\tag{4}$$

g、h、f表示概率密度。

4. 再按矩法从$g(\theta/x)$得到参数θ的贝叶斯估计量。

$$\hat{\theta}=E(\theta/x)=\begin{cases}\sum_{\theta}\theta g(\theta/x) & \theta\text{为离散型}\\\int_{-\infty}^{\infty}\theta g(\theta/x)d\theta & \theta\text{为连续型}\end{cases}\tag{5}$$

这样得到的估计都称贝叶斯估计。

例 在HBsAg阳性率为P的人群中取一个容量为n=250人的样本,发现有5人HBsAg阳性,试用贝叶斯方法估计阳性率P。

(1) 记$x=\sum_{i=1}^{n}x_i$。这时因$P(x_i)=\begin{cases}p, & x_i=1\\1-p, & x_i=0\end{cases}$,得

$$f(x/p)=C_n^x p^x(1-p)^{n-x}$$

(2) 假定$h(p)=\begin{cases}1, & 0\leqslant p\leqslant 1\\0, & p<0,p>1\end{cases}$

(3) P为连续型,x为离散型,用式(3)得

$$g(p/x)=\frac{C_n^x p^x(1-p)^{n-x}}{\int_0^1 C_n^x p^x(1-p)^{n-x}dp}=\frac{p^x(1-p)^{n-x}}{\int_0^1 p^x(1-p)^{n-x}dp}$$

(4) 从$g(p/x)$得到估计值。可用矩法或最大似然法。用矩法,阳性率P的估计为

$$\hat{p}=\int_0^1 p\frac{p^x(1-p)^{n-x}}{\int_0^1 p^x(1-p)^{n-x}dp}dp=\frac{x+1}{n+2}=\frac{6}{252}=0.0238$$

此式的特点是当r=0时,得到的阳性率估计值$\hat{p}$不等于0。

在样本$\hat{p}$出现0值而理论上不为0时,贝叶斯估计较好合理。

估计量的评价准则

估计量的评价准则(measures of quality of an

estimator)是用来判断由不同方法得到的总体参数估计是否为优的标准，主要考核估计量是否满足下列三个要求：一致性、无偏性和有效性。

设总体X的概率函数为$f(X;\theta)$，X_1、$X_2\cdots Xn$为从中抽取的一个样本，$\hat{\theta}=\hat{\theta}(X_1、X_2\cdots X_n)$为参数$\theta$的估计。

估计量的一致性 是分析样本增大时估计所具有的性质。显然，当样本容量n越大时，估计$\hat{\theta}$接近参数θ的概率越大就越理想，即对任意正数$\varepsilon>0$，要求有

$$\lim_{n\to\infty}P(|\hat{\theta}-\theta|<\varepsilon)=1$$

当上式成立时，称$\hat{\theta}$是θ的一致估计或相合估计，或说估计$\hat{\theta}$具有一致性。总体分布的各阶原点矩和中心矩与样本的矩相同，因而均数和方差的矩法估计$\hat{E}(X)=\bar{X}$与$\hat{D}(X)=s^2$具有一致性。

无偏估计 若参数θ的估计$\hat{\theta}$满足

$$E(\hat{\theta})=\theta$$

则称$\hat{\theta}$是θ的无偏估计，并说估计$\hat{\theta}$具有无偏性。

如果$E(\hat{\theta})\neq\theta$，则说$\hat{\theta}$是有偏的，并称$E(\hat{\theta})-\theta$是估计$\hat{\theta}$的偏差。这时若

$$\lim_{n\to\infty}E(\hat{\theta})=\theta$$

则称$\hat{\theta}$是θ的渐近无偏估计。

有效估计 当参数θ的估计$\hat{\theta}$为无偏并且有多个时，显然，无偏估计以θ的方差小为理想。其中使方差$D(\hat{\theta})=E[(\hat{\theta}-\theta)^2]$为最小的哪个$\hat{\theta}$就较其他的估计有效。如$\hat{\theta}_1$、$\hat{\theta}_2$都是参数$\theta$的无偏估计，若方差$D(\hat{\theta}_1)<D(\hat{\theta}_2)$，则称估计$\hat{\theta}_1$比$\hat{\theta}_2$有效。

正态总体参数估计

若总体X服从正态分布$N(\mu,\sigma^2)$，则分布由其均数μ和方差σ^2确定。正态总体参数估计(estimation of the parameters in a normal distribution)就是根据样本观测值对总体均数μ和总体方差σ^2进行估计。

正态总体均数μ的估计

点估计 正态总体均数μ在矩法估计和最大似然法估计都是$\bar{X}$。

区间估计 有以下两种。

(1)σ^2已知时μ的区间估计：μ的95%可信区间为$(\bar{X}-1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}},\bar{X}+1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}})$。一般若$P\left(\frac{|\bar{X}-\mu|}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}<Z_\alpha\right)=1-\alpha$，则$\mu$的$1-\alpha$可信区间为$\left(\bar{X}-Z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}},\bar{X}+Z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$。

(2) σ^2未知时μ的区间估计：当σ^2未知时，记$s^2=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2$。因为$t=\frac{\bar{X}-\mu}{s/\sqrt{n}}$服从n−1个自由度的t分布，所以由$P\left(\frac{|\bar{X}-\mu|}{s/\sqrt{n}}<t_{\alpha,(n-1)}\right)=1-\alpha$，得$\mu$的$1-\alpha$可信区间为

$$\left(\bar{X}-t_{\alpha,(n-1)}\frac{s}{\sqrt{n}},\bar{X}+t_{\alpha,(n-1)}\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$$

例1 某厂对6名喷漆女工测其收缩压，得样本均数$\bar{X}=15.24$ kPa，样本标准差$s=1.41$ kPa，假定收缩压服从正态分布$N(\mu,\sigma^2)$，求其均数μ的95%可信区间。

因σ^2未知，$S_{\bar{x}}=\frac{s}{\sqrt{n}}=0.58$kPa。由t分布表查得$t_{0.05(5)}=2.571$。所以该厂喷漆女工收缩压均数的95%可信区间为$(15.21-2.571\times0.58, 15.22+2.571\times0.58)$，即为(13.72, 16.70)。

两个正态总体均数差的区间估计

记$\bar{x}=\frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1}x_i$，$\bar{y}=\frac{1}{n_2}\sum_{i=1}^{n_2}y_i$；$s_1^2=\frac{1}{n_1-1}\sum_{i=1}^{n_1}(x_i-\bar{x})^2$ $s_2^2=\frac{1}{n_2-1}\sum_{i=1}^{n_2}(y_i-\bar{y})^2$分别表示两个正态总体$N(\mu_1\sigma_1^2)$和$N(\mu_2,\sigma_2^2)$的样本均数和方差。因为在方差$\sigma_1^2$、$\sigma_2^2$已知时，统计量

$$Z=\frac{(\bar{x}-\bar{y})-(\mu_1-\mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

服从标准正态分布N(0,1)；在方差未知但相等($\sigma_1^2=\sigma_2^2=\sigma^2$)时，统计量

$$t_{(n_1+n_2-2)}=\frac{(\bar{x}-\bar{y})-(\mu_1-\mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

服从n_1+n_2-2个自由度的t分布。所以当方差已知时，均数差$\mu_1-\mu_2$的$1-\alpha$可信区间为

$$\left((\bar{x}-\bar{y})-Z_\alpha\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}},(\bar{x}-\bar{y})+Z_\alpha\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}}\right)$$

当方差未知但相等时，均数差$\mu_1-\mu_2$的$1-\alpha$可信区间为

$$\left((\bar{x}-\bar{y})-t_{\alpha(n_1+n_2-2)}s_{\bar{x}-\bar{y}},\ (x-\bar{y})+t_{\alpha(n_1+n_2-2)}s_{\bar{x}-\bar{y}}\right)$$

其中

$$s_{\bar{x}-\bar{y}}=\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

当可信区间包含零点时，可认为两均数在α显著性水平上差别不显著。

正态总体方差σ^2的估计

点估计 由$C_{3,4,6}$知，$s^2=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2$，或当$\mu$已知时$\sigma_n^2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{l}(X_i-\mu)^2$是正态总体方差$\sigma^2$的无偏估计。

区间估计 有以下两种。

(1) μ已知时σ^2的区间估计：当μ已知时，$\chi_n^2=\frac{n\sigma_n^2}{\sigma^2}=\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2$服从n个自由度的$\chi^2$分布，所以可由$P(\chi^2_{(1-\frac{\alpha}{2}),n}<\chi_n^2<\chi^2_{(\frac{\alpha}{2}),n})=1-\alpha$得出$\sigma^2$的$1-\alpha$可信

区间为

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2},n}},\ \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{\chi^2_{(1-\frac{\alpha}{2}),n}}\right)$$

(2) μ未知时σ^2的区间估计：当μ未知时，$\chi^2_{(n-1)}=\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$服从n－1个自由度的$\chi^2$分布，所以可由P$(\chi^2_{(1-\frac{\alpha}{2}),(n-1)}<\chi^2_{(n-1)}<\chi^2_{(\frac{\alpha}{2}),(n-1)})=1-\alpha$，得出$\sigma^2$的$1-\alpha$可信区间为

$$\left(\frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2},(n-1)}},\ \frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{(1-\frac{\alpha}{2}),(n-1)}}\right)$$

例2 调查6例60岁老人的胆固醇指标，得 s 为0.667 mmol/L，$s^2=0.4455$。假定胆固醇指标服从正态分布$N(\mu,\sigma^2)$，求σ^2的95%可信区间。

因μ未知，从χ^2表查得$\chi^2_{0.975,5}=12.8$，$\chi^2_{0.025,5}=0.831$，代入计算$(n-1)s^2/\chi^2_{0.975,5}=0.0178$，$(n-1)s^2/\chi^2_{0.025,5}=2.6808$。所以$\sigma^2$的95%可信区间为(0.0178, 2.6808)。

总体比例数估计

总体比例数估计(estimation of population proportion)是根据样本数据(由定性变量组成)估计出总体的比例数。这里的比例数可以是率，也可以是构成比，因此，也可称为总体率估计或总体构成比估计。

(1) 点估计：设从比例数(率或构成比)为P的总体中抽取大小为n的一个样本，观测到其中k个有某种特性，则得样本统计量$\frac{k}{n}$。总体P用矩法估计和最大似然法估计都可获得$\hat{P}=\frac{k}{n}$的估计公式。

(2) 区间估计：因为k服从二项分布，所以可根据二项分布表查出P的$1-\alpha$可信区间$(P_{1-\frac{\alpha}{2}},\ P_{\frac{\alpha}{2}})$，实际中可直接查n、k对应的P的$1-\alpha$可信区间表(附录四表10)。例如，n＝15，k＝6，由附录四表10查得P的95%可信区间为16%－68%。当n可从表中查到，而K查不到时，可查1－P的可信区间，再用推算方法得到P的可信区间，如n＝25，K＝20，先查n＝25，K＝25－20＝5对应的可信区间得7%－41%，然后用100%去减，得59%－93%，即为所求P的95%可信区间。当n或n与K都查不到时，可用邻近值查近似的可信区间。当n值超过表中最大n值时，$n\hat{P}$和$n(1-\hat{P})$又不小于5时，可通过正态近似，用

$$\left(\hat{P}-Z_{\alpha}\sqrt{\frac{\hat{P}(1-\hat{P})}{n}},\ \hat{P}+Z_{\alpha}\sqrt{\frac{\hat{P}(1-\hat{P})}{n}}\right) \quad (1)$$

计算P的$1-\alpha$可信区间。

(3) 两个总体率差的区间估计：假定从率为P_1、P_2的两个总体中分别抽取大小为n_1、n_2的二个样本，分别得样本率$\hat{P}_1$与$\hat{P}_2$，则当n_1与n_2足够大时，则$1-\alpha$可信区间为：

$$[(\hat{P}_1-\hat{P}_2)-Z_{\alpha}s_{\hat{p}_1-\hat{p}_2},\ (\hat{P}_1-\hat{P}_2)+Z_{\alpha}s_{\hat{p}_1-\hat{p}_2}] \quad (2)$$

其中

$$s_{\hat{p}_1-\hat{p}_2}=\sqrt{\frac{\hat{P}_1(1-\hat{P}_1)}{n_1}+\frac{\hat{P}_2(1-\hat{P}_2)}{n_2}} \quad (3)$$

例 调查83名原发性高血压儿童的一级亲属183名高血压病史，并对80名血压正常儿童的184名一级亲属作同样调查，患病率分别为13.1%和2.7%，求差别10.4%的可信限。

此例中，$\hat{P}_1=13.1\%$，$\hat{P}_2=2.7\%$，差值＝$P_1-P_2=10.4\%$。从式(3)，得

$$s_{\hat{p}_1-\hat{p}_2}=\sqrt{\frac{0.131\times0.869}{183}\times\frac{0.027\times0.973}{184}}=0.0277$$

从式(2)，得

(P_1-P_2)的95%可信限＝0.104±1.96×0.0277

＝0.050－0.158

这一可信限不包括0值，表示高血压病有家庭聚集性，患高血压儿童的一级亲属比正常儿童的亲属患病率高出5%－15.8%。

刀切法

刀切法(jackknife)是将样本含量陆续减少1个(或k个)，组成一系列新样本，再从新样本得到参数估计量的统计方法。当参数的估计量有偏时，可用刀切法得到偏性较小或无偏统计量，称为刀切统计量。这统计量可用于作t检验，计算可信限等。其计算步骤如下：

(1) 设从某一种分布的总体抽出的一个样本为X_1，$X_2\cdots X_n$；$\hat{\theta}_{n(x_1\cdots x_n)}$是总体的某一参数的有偏估计[$\hat{\theta}=f(x)$]。

(2) 把样本的n个数据，分成j组，每组有k个个体数。则n＝jk。通常取k＝1，j＝n，这种分组尤其是n较小时常用。

(3) 每次剔除1个数据，作为新样本。这新样本有n－1个的个体数据，仍用原来的参数估计公式$\hat{\theta}=f(x)$，得出θ的估计值$\hat{\theta}_i$。共有n个新样本，得n个θ估计值，记$\hat{\theta}^i_{n-1}$为第i组估计值。

如果一次剔除含量为k的一组数据，则新样本的含量为n－k个数据。一共有j个新样本，用原估计公式，对每个新样本算出估计值。记剔除第i组后新样本估计值为$\hat{\theta}^i_{j-1}$。

(4) 计算虚拟值$\hat{\theta}_i$：

$$\hat{\theta}_i=n\hat{\theta}_n-(n-1)\hat{\theta}^i_{n-1}$$

或
$$\hat{\theta}_i=j\hat{\theta}_n-(j-1)\hat{\theta}^i_{j-1} \quad (1)$$

前一式k＝1，n＝j，后一式k＞1，n＝jk。

(5) 计算虚拟值的平均：

$$J_{\theta}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\hat{\theta}_i$$

$$J_{\theta}=\frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j}\hat{\theta}_i \quad (2)$$

J_{θ}称为θ的刀切统计量，其偏性比$\hat{\theta}_n$小。其误差为：

$$s_{J\theta}=\sqrt{\frac{\sum(\hat{\theta}_i-J_\theta)^2}{n(n-1)}},\qquad k=1,自由度=n-1$$

$$s_{J\theta}=\sqrt{\frac{\sum(\hat{\theta}_i-J_\theta)^2}{j(j-1)}},\qquad k>1,自由度=j-1 \qquad (3)$$

$J_\theta/S_{J\theta}$服从$\nu=n-1$(当$k=1$)或$j-1$(当$k>1$)的t分布。

例 在一个人群中随机抽取250人($n=250$),检查后知HBsAg阳性者2人(阳性者$X=1$,阴性者$X=0$),$\sum X=2$。现用$\hat{\theta}=\frac{1+\sum X}{n+2}$公式估计总体参数$\theta$。如此估计公式得到估计量是有偏的,试用刀切法校正其偏性。

(1) 按此公式计算出参数估计值$\hat{\theta}_n$:

$$\hat{\theta}_n=\frac{1+\sum X}{n+2}=\frac{1+2}{250+2}=0.011\,905$$

(2) 把样本分成250组,每组1人,即$k=1$,$j=n=250$。

(3) 剔除第i组,用留下的249人为一新样本。计算250个新样本的估计值$\hat{\theta}^i_{n-1}$,结果见附表。

表中,$\hat{\theta}^i_{n-1}$的计算公式同$\hat{\theta}_n$。

(4) 计算虚拟值$\hat{\theta}_i$,$\hat{\theta}_i=n\hat{\theta}_n-(n-1)\hat{\theta}^i_{n-1}$,如第一行,$i=1$,$\hat{\theta}_1=250\times0.011\,905-249\times0.007\,968=0.992\,218$。各组的虚拟值,列于表最后一列。

(5) 计算刀切统计量$J_\theta=\frac{1}{n}\sum\hat{\theta}_i$:

$$J_\theta=\frac{1}{250}(0.992\,218\times2+0.000\,202\times248)=0.008\,138\,1。$$

(6) 计算刀切统计量的误差:

$$s_{J\theta}^2=\frac{\sum(\hat{\theta}_i-J_\theta)^2}{n(n-1)}=$$

$$\frac{[(0.992\,218-0.008\,138)^2\times2+(0.000\,202-0.008\,1381)^2\times248]}{249\times250}$$

$$=0.000\,031\,364\,6$$

$S_{J\theta}=0.005\,6$,自由度$=n-1=249$。

刀切法计算举例

剔除i组	新样本人数	阳性数	$\hat{\theta}^i_{n-1}$	虚拟值$\hat{\theta}_i$
1	249	1	0.007 968	0.992 218
2	249	1	0.007 968	0.992 218
3	249	2	0.011 952	0.000 202
4	249	2	0.011 952	0.000 202
5	249	2	0.011 952	0.000 202
6	249	2	0.011 952	0.000 202
…	…	…	…	…
250	249	2	0.011 952	0.000 202

用刀切法得到的阳性率估计量为0.81%±0.56%。对原来估计方法计算出来估计值的偏性有所纠正。总体阳性率的95%可信限为$0.81\pm t_{0.05,249}\times0.56(\%)$。

直线回归

直线回归

对两种或两种以上变量之间的联系,用一方程式来表达,这一方程式称为回归方程式(regression equation),其统计分析方法称为回归分析(regression analysis)。如观察到的两种变量的成对数值,点在直角坐标上时,这些点的趋向呈直线形状,则可认为两者有直线(或线性)回归(linear regression)联系。表达这一联系的方程,称为直线回归方程式,如式(1)。

$$Y=\alpha+\beta X \qquad (1)$$

式(1)中,X、Y均为变量。式(1)反映了这两个变量间的联系。如X为年龄(岁)、Y为体重(千克),在幼儿期年龄与体重的调查结果经回归分析得:

$$Y=9+2X$$

这一结果可用于从幼儿年龄估计体重。X前的系数β,称为回归系数,α称为截矩。

回归分析应用于:①分析X、Y两个变量之间,是否存在一个有变化而另一个也随之增减的(线性)关系。②利用回归方程式,估计出与某X值相对应的Y值,或预作为预测,修匀直线手段。③用于进一步分析,如用来分析不同情况下,XY之间线性关系有否不同;对不同身高的正常人的肺活量变化范围作出估计;对两组身高不均衡的人,肺活量作估计等,可分别参见"回归线的比较"、"两变量参照值"、"协方差分析"等条目。

直线回归的分析步骤:

(1) 收集成对的实际数据,确定其中一个为自变量X,另一个为应变量Y。将各对数据点在直角坐标纸上,得散点图,如呈直线趋势则计算出这两个变量的平均数$\bar{X}$、$\bar{Y}$,离均差平方和及乘积之和——$\sum(X-\bar{X})^2$、

$\sum(Y-\bar{Y})^2$、$\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})$，分别以$l_{XX}$、$l_{YY}$及$l_{XY}$表示。

(2) 求出β、α的估计值，以b与a表示：

$$b=\frac{l_{XY}}{l_{XX}} \quad (2)$$

$$a=\bar{Y}-b\bar{X} \quad (3)$$

(3) 假设检验：可作方差分析或t检验。方差分析见"线性回归的方差分析"条。检验样本b是否从$\beta=0$的总体中抽出，可将样本的b、剩余标准差及X的离均差平方和代入下式得t值，

$$t=\frac{b-0}{S_{Y\cdot X}/\sqrt{l_{XX}}} \quad (4)$$

式(4)中，剩余标准差$S_{Y\cdot X}$按式(5)算出：

$$S_{Y\cdot X}=\sqrt{(l_{YY}-b\cdot l_{XY})/(n-2)} \quad (5)$$

$$=\sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-2}}$$

式(5)中，$\hat{Y}$为应变量的预测值。

如果检验结果，不接受$\beta=0$原假设，说明XY之间存在互变的联系，否则不说明两者之间有关系。

直线回归分析须假定数据符合下列条件：①X、Y之间呈直线关系，或在X值的观察范围内呈直线关系。②每个X值的应变量Y，必须是互相独立的随机变量，并服从正态分布。不同X的应变量Y的剩余平方和，假定是齐性的。③样本变量必须来自一个总体。如果样本中变量一部分来自某一总体，另一部分来自另一总体，则X与Y之间的关系将受影响。④X值的测定，必须精确，即X值的测量误差应该很小。

此外，还应注意：

(1) 作回归分析时，应确定哪一个为自变量X，哪一个为应变量Y。确定时要有一定的理由，如将出现在先的，或对另一个变量来说是一种因素的，作为自变量；出现晚的或受前一个影响的，作为应变量。

自变量与应变量之间的关系不一定是因果关系。一批数据作出X为自变量、Y为应变量的回归方程式后，不能用简单代数移项方法得到以X为应变量的回归方程式。

(2) 应变量Y必须是一个随机变量。自变量X可以是人为规定的变量，如在毒理学实验时，动物接受的毒物剂量是研究者规定的。自变量也可以是随机变量，如调查幼儿园儿童的血铅浓度和智商之间的关系，血铅浓度X与智商Y都是随机变量。

例 大白鼠用一种代乳粉饲养，得进食量X和增加体重Y的观察结果如下表。试求出从X估计Y的直线回归方程式，并对回归系数b作$\beta=0$的假设检验。

10只大白鼠的进食量(g)和增重(g)

进食量(X)	639	679	690	720	780	787	820	820	867	934
增　重(Y)	120	145	134	130	158	167	158	165	180	180

(1) 从表中数据可看出当进食量X上升时，体重的增重量也随之而增。作散点图也可看出X、Y之间呈直线关系(图略，或参见"直线相关")。

(2) 计算回归系数b、截矩a，列出回归方程式，先从表中数据计算出X、Y的均数、离均差平方和及乘积和。得

$\bar{X}=773.6$

$\bar{Y}=154.3$

$l_{XX}=\sum(X-\bar{X})^2=75\,906.4$

$l_{YY}=\sum(Y-\bar{Y})^2=4\,234.1$

$l_{XY}=\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})=16\,843.2$

从式(2)、(3)得：

$$b=\frac{l_{XY}}{l_{XX}}=\frac{16\,843.2}{75\,906.4}=0.221\,9$$

$$a=\bar{Y}-b\bar{X}=154.3-0.221\,9\times773.6=-17.358$$

得回归方程式：$Y=-17.358+0.221\,9\,X$

(3) 作假设检验，H_0：$\beta=0$，根据式(4)、(5)作t检验

从式(5)，

$$S_{Y\cdot X}=\sqrt{(l_{YY}-bl_{XY})/(n-2)}$$
$$=\sqrt{(4\,234.1-0.221\,9\times16\,843.2)/(10-2)}$$
$$=7.878\,7$$

从式(4)，

$$t=\frac{b}{S_{Y\cdot X}/\sqrt{l_{XX}}}$$
$$=\frac{0.221\,9}{7.878\,7/\sqrt{75\,906.4}}$$
$$=7.76$$

自由度$=10-2=8$

(4) 查附录四表15，$t_{0.05,8}=2.306$，当$t=7.76$时，$P<0.05$，拒绝$\beta=0$的原假设，说明回归系数b有显著性，每进入1 g代乳粉，大白鼠体重增重0.22 g。

回归值

回归值(regression value, $\hat{Y}$)是将X值代入回归方程式计算出来的数值。它不是一个实际观察的Y值。它与$\bar{Y}$相类似，是一种统计量，描述当X固定时Y值的集中趋势。在实际应用时，它又常被称为预测值。

实际观察值Y和它相应的回归值$\hat{Y}$之差的平方和$\sum(Y-\hat{Y})^2$，称为剩余平方和。它的自由度为(n−2)。利用剩余平方和及其自由度，可计算，表示变量Y与回归线之间的离散程度的标准差，称为标准估计误差(standard error of estimation)，以$S_{Y\cdot X}$表示，其计算公式为

$$S_{Y\cdot X}=\sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-2}} \quad (1)$$

也可用下式计算：

$$S_{Y\cdot X}=\sqrt{\frac{l_{YY}-l_{XY}^2/l_{XX}}{n-2}} \quad (2)$$

式中，$l_{YY}=\sum(Y-\bar{Y})^2$，$l_{XY}=\sum(Y-\bar{Y})(X-\bar{X})$，$l_{XX}=\sum(X-\bar{X})^2$。

从式(1)可看出，标准估计误差的形式与标准差相似，以$\hat{Y}$来代替标准差中的$\bar{Y}$。它近似地表示X值固定后，Y值的离散情况。

线性回归方差分析

线性回归方差分析(ANOVA of linear regression)是检验回归方差与剩余方差间差别是否具显著意义的一种方法。其结果可用以说明自变量X对应变量Y有无显著影响。检验的意义与总体回归系数$\beta=0$的假设检验(t检验)是一致的;两者的结果也相同。

线性回归方差分析中,将总的平方和$\sum(Y-\bar{Y})^2$分解为回归平方和$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2$与剩余平方和(又称残差平方和)$\sum(Y-\hat{Y})^2$两个部分,并计算出各自的自由度、均方,最后求得F值。

一个变量Y与平均数$\bar{Y}$的离差,是$(Y-\hat{Y})$和$(\hat{Y}-\bar{Y})$两部分相加而成,

$$(Y-\bar{Y})=(\hat{Y}-\bar{Y})+(Y-\hat{Y}) \quad (1)$$

把式(1)平方后,对所有变量的相应项求和,又因$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})(Y-\hat{Y})=0$,得式(2):

$$\sum(Y-\bar{Y})^2=\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2+\sum(Y-\hat{Y})^2 \quad (2)$$

上式中$\sum(Y-\bar{Y})^2$为总平方和,它为回归平方和与剩余平方和的相加。$\sum(Y-\hat{Y})^2$部分与X变化无关,$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2$部分则与X有关,是X与Y存在回归关系造成的。

$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2$为回归引起的方差,可用式(3)计算。因$\hat{Y}-\bar{Y}=b(X-\bar{X})$,所以

$$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2=b^2\sum(X-\bar{X})^2 =\frac{[\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})]^2}{\sum(X-\bar{X})^2} \quad (3)$$

自由度为1,回归平方和除以自由度,得回归的均方值以MS(回归)表示。

剩余平方和$\sum(Y-\hat{Y})^2$,可依据式(2),将$\sum(Y-\bar{Y})^2$减去$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2$而得,其自由度为(n-2)。剩余部分的均方为$\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2/(n-2)$。按下式计算F值:

$$F=MS(回归)/MS(剩余) \quad (4)$$

与$F_{\alpha(1,n-2)}$作比较,如F值$>F_{\alpha(1,n-2)}$,可认为X对Y有显著作用。

例 8个2岁男孩体重和X线胸片心脏投影面积的测值(X,Y)为:

X	9	12	10	12	12	10	15.5	13
Y	29.2	35.4	33.5	39.4	37.7	40.4	41.3	46.7

得$\sum(Y-\bar{Y})^2=198.820$,
$\sum(X-\bar{X})^2=29.469$, $b=1.72$, $n=8$。试进行方差分析。

根据上述数据作方差分析表。

上表中根据式(2),剩余平方和为总平方和减去回归平方和而得。F值为回归均方与剩余均方之比。查$F_{0.05,1,n-2}=5.99$,无显著意义。

方差分析中所得数值,可用来作回归系数b的假设检验和决定系数。回归系数的假设检验:原假设H_0,为$\beta=0$。

(1) 求出样本的回归系数b及其标准误差s_b:

例中数据进行回归方差分析

变量来源	平方和	自由度	例子数据 平方和	自由度	均方	F
回归	$b^2\sum(X-\bar{X})^2$	1	87.181	1	87.181	4.68
剩余	$\sum(Y-\hat{Y})^2$	n-2	111.638	6	18.606	
合计	$\sum(Y-\bar{Y})^2$	n-1	198.820	7		

$$s_b=\frac{S_{Y\cdot X}}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2}} =\sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-2}}\cdot\sqrt{\frac{1}{\sum(X-\bar{X})^2}} =\sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2-b^2\sum(X-\bar{X})^2}{n-2}}\sqrt{\frac{1}{\sum(X-\bar{X})^2}} \quad (5)$$

(2) 计算t值:

$$t=\frac{b}{s_b},\ 自由度=n-2 \quad (6)$$

(3) 查t表,得出结论。

例如,上例中,$b=1.72$

$b^2\sum(X-\bar{X})^2=87.181$, $\sum(Y-\bar{Y})^2=198.820$

$\sum(X-\bar{X})^2=29.469$, $n=8$

代入式(4)

$$s_b=\sqrt{\frac{198.82-87.181}{8-2}}\sqrt{\frac{1}{29.469}}=0.794$$

代入式(5)

$$t=\frac{1.72}{0.794}=2.16,\ 自由度=8-2=6$$

查t表 $t_{0.05,6}=2.477$, $P>0.05$,无显著意义。

决定系数(determinate coefficient)为回归平方和与总平方和的比值。

$$决定系数R=\frac{\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} =1-\frac{l_{Y\cdot X}}{l_{YY}}=1-\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (7)$$

决定系数能说明Y的变异多少成份可由因素X来解释。例如,在上例中决定系数R为87.181÷198.820=0.438。

回归线的比较

回归线的比较(comparison of regression lines)是指有两个或两个以上样本的回归线时,比较它们所代表的各总体回归线是否有相同的斜率β_0和相同的截距(即$\alpha_i=\alpha_j$)。比较结果可得如下几个结论:①两个或多个样本所代表的总体回归线可认为是重合的。②互相比较的回归线虽不重合,但相互平行;③互相作比较的回归线是相交的。

各直线回归线作比较时，它们的X、Y变量应该有相同的测量单位，适于用直线模型予以拟合。直线回归线的比较这一统计方法，在医学中已有应用的实例，例如，分析两种药物或毒物混合使用时有无协同或拮抗作用等。

两个回归线比较 首先比较它们的回归系数有否区别。检验假设为$H_0: \beta_1=\beta_2$。

(1) 如果剩余方差是相同的，用下式进行t检验。

$$t=\frac{b_1-b_2}{\sqrt{\frac{s^2_{Y_1\cdot X_1}(n_1-2)+s^2_{Y_2\cdot X_2}(n_2-2)}{n_1+n_2-4}\left(\frac{1}{l_{x1x1}}+\frac{1}{l_{x2x2}}\right)}} \quad (1)$$

自由度为n_1+n_2-4。上式中，$s_{Y_1\cdot X_1}$、$s_{Y_2\cdot X_2}$分别为二回归线标准估计误差，$l_{Y_1\cdot X_1}$、$l_{X2\cdot X2}$分别为二回归线的剩余平方和。

(2) 如果剩余方差有显著差别(检验方差齐性的F检验认为方差不齐时)，而样本含量较少，可用t分布近似方法，

$$t'=\frac{b_1-b_2}{\sqrt{\frac{S^2_{Y_1\cdot X_1}}{l_{X_1\cdot X_1}}+\frac{S^2_{Y_2\cdot X_2}}{l_{X_2\cdot X_2}}}} \quad (2)$$

其自由度的计算方法为：

$$\nu'=\frac{1}{\frac{c^2}{n_1-2}+\frac{(1-c)^2}{n_2-2}}$$

$$c=\frac{S^2_{Y_1\cdot X_1}/l_{X_1\cdot X_1}}{S^2_{Y_1\cdot X_1}/l_{X_1\cdot X_1}+S^2_{Y_2\cdot X_2}/l_{X_2\cdot X_2}} \quad (3)$$

$$n_1\leqslant n_2。$$

如果结果为拒绝$\beta_1=\beta_2$，说明两条回归线的β值不同。

(3) 如果两个回归线的回归系数相同(接受$\beta_1=\beta_2$的假设)，它们的截距(a)仍有可能不同，须进一步作截距a的比较。

H_0为$\alpha_1=\alpha_2$。计算二条回归线的合并回归系数b_C和合并剩余均方：

$$b_C=\frac{l_{X_1\cdot Y_2}+l_{X_2\cdot Y_2}}{l_{X_1\cdot X_1}+l_{X_2\cdot X_2}} \quad (4)$$

$$s^2_{(Y\cdot X)C}=\left[l_{Y_1\cdot Y_1}+l_{Y_2\cdot Y_2}-\frac{(l_{X_1\cdot Y_1}+l_{X_2\cdot Y_2})^2}{l_{X_1\cdot X_1}+l_{X_2\cdot X_2}}\right]/(n_1+n_2-3) \quad (5)$$

$$t=\frac{\bar{Y}_1-\bar{Y}_2-b_C(\bar{X}_1-\bar{X}_2)}{\sqrt{s_{(Y\cdot X)C}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\frac{(\bar{X}_1-\bar{X}_2)^2}{l_{X_1\cdot X_1}+l_{X_2\cdot X_2}}\right]}} \quad (6)$$

自由度$=n_1+n_2-3$。

多个回归线比较 整个检验分四个部分：①原假设H_0为各回归线是重合的(即各条线来自回归系数、截距相同的总体)，如接受H_0，则比较结束。如拒绝H_0，则继续第2部分。②检验各线中的β是否是相同的。如得出各线来自β相同的总结，则继续第3部分。③检验各线中的α是否是相同的。④作多重比较。这一部分是在第2、3部分有显著意义结论时再进行。

多个直线的重合性检验 设H_0为各线重合，即各样本所来自的总体有相等的回归系数和截距。设有k条回归线，作如下计算：

(1) 把全部数据合起来，计算出一条总的回归线$\hat{Y}_T=a+bx$，及其剩余平方和：

$$l_{(Y\cdot X)T}=\sum(Y-\hat{Y}_T)^2=l_{(YY)T}-\frac{l_{(XY)}{}^2{}_T}{l_{(XX)T}} \quad (7)$$

(2) 分别计算出各条回归线方程式$\hat{Y}_i=a_i+b_ix_i$；及各线的剩余平方和：

$$l_{(Y\cdot X)i}=\sum(Y_i-\hat{Y}_i)^2=l_{(YY)i}-\frac{l_{(XY)}{}^2{}_i}{l_{(XX)i}} \quad (8)$$

(3) 计算F值：

$$F=\frac{[l_{(Y\cdot X)T}-\sum_1^k l_{(Y\cdot X)i}]/(2k-2)}{\sum_1^k l_{(Y\cdot X)i}/(N-2k)} \quad (9)$$

式中$l_{(YY)T}=\sum_{i=1}^k l_{Yi\cdot Yi}$，$l_{(XX)T}=\sum_{i=1}^k l_{Xi\cdot Xi}$，$l_{(XY)T}=\sum_{i}^k l_{Xi\cdot Yi}$，$l_{(Y\cdot X)i}=l_{Xi\cdot Yi}$，$l_{(XX)i}=l_{Xi\cdot Xi}$，$l_{(YY)i}=l_{Yi\cdot Yi}$，N为所有成对的(X, Y)数，k为回归线数。如$F>F_{0.05,(2k-2),(N-2k)}$，则表示差别有显著意义，说明各回归线不是重合的。

各回归系数间的检验 设有k个样本，分别有k个回归系数。$H_0:\beta_i=\beta$，$(i=1\cdots k)$，β_i为各样本的总体回归系数，β为其合并值。分别按下式计算A和B值，再作F检验。

$$A=\sum_{i=1}^k l_{(YY)i}-\frac{\sum_{i=1}^k l^2_{(XY)i}}{\sum_{i=1}^k l_{(XX)i}} \quad (10)$$

$$B=\sum_{i=1}^k\left[l_{(YY)i}-\frac{l^2_{(XY)i}}{l_{(XX)i}}\right] \quad (11)$$

计算F值：

$$F=\frac{[A-B]/(k-1)}{B/(N-2k)} \quad (12)$$

如$F\geqslant F_{0.05,(k-1),(N-2k)}$，表示各回归系数不全相等。

截距差别检验 如果$B_i=B$，须进一步作各截距差别的检验。H_0: $\alpha_i=\alpha$，$(i=1\cdots k)$，用前面的计算结果，按下式计算F值，并作F检验。

$$F=\frac{[l_{(Y\cdot X)T}-A]/(k-1)}{A/(N-k-1)} \quad (13)$$

如$F\geqslant F_{0.05,(k-1),(N-2k)}$，表示各回归线的截距不全相等。

多重比较(或两两比较) 当上两步即第2、3部分中F检验有显著意义时，需进一步分析哪两个之间有显著差别。此时，可用Newman-Kuels的q检验来完成。先将回归系数按数值大小顺序排列，计算出s_b，再计算出q值。

$$s_b=\sqrt{\frac{B}{N-2k}\times\frac{1}{2}\left(\frac{1}{(l_{XX})_I}+\frac{1}{(l_{XX})_{II}}\right)} \quad (14)$$

$$q=\frac{b_I-b_{II}}{s_b} \quad (15)$$

根据自由度$(N-2k)$及Ⅰ、Ⅱ相隔(包括Ⅰ、Ⅱ本

身)组数，查q临界值表，作出结论。

用类似步骤作截距的两两比较。用下式计算s_a及q值：

$$s_a=\sqrt{\frac{A}{(N-k-1)}\times\frac{1}{2}\left[\frac{1}{n_I}+\frac{1}{n_{II}}-\frac{(\bar{X}_I-\bar{X}_{II})^2}{(l_{XX})_I+(l_{XX})_{II}}\right]} \quad (16)$$

$$q=\frac{a_I-a_{II}}{s_a} \quad (17)$$

根据自由度(N－k－1)及Ⅰ、Ⅱ两线a值相隔组数(包括Ⅰ、Ⅱ本身)，查q临界值表，作出结论。

例 在三个托儿所，测定2岁男孩的体重(X)与心形面积(Y)，得数据如表1。试作回归分析。

表1 三个托儿所2岁男孩的体重(X)与心形面积(Y)

组别	人数	(X, Y)
1	8	(9,29.2)，(12,35.4)，(10,33.5)，(12,39.4)，(12,37.7)，(10,40.4)，(15.5,41.3)(13,46.7)
2	4	(11,40.5)，(14,46.8)，(12,43.0)，(11.5,35.8)
3	4	(11,36.0)，(11.5,44.4)，(10.5,41.2)，(13,34.8)

1. 分别作回归分析，得各数值如表2。

表2 三个托儿所2岁男孩体重与心形面积回归系数等数值

组别(i)	n	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	l_{XX}	l_{YY}	l_{XY}	b	a	$l_{Y\cdot X}=\sum(Y-\hat{Y})^2$	自由度
1	8	11.96	37.95	29.469	199.82	50.725	1.7	17.83	111.50	6
2	4	12.125	41.525	5.188	63.83	14.438	2.78	7.78	23.65	2
3	4	11.5	39.100	3.500	60.60	−7	−2	62.1	46.60	2
									181.75(B)	10
				38.157	324.25	58.163			235.59(A)	16－3－1－12
	16	11.75	39.11	37	359.42	62.45	1.6	20.29	254.01(T)	14

2. 计算剩余平方和：

$l_{(Y\cdot X)T}=l_{(YY)T}-l^2_{(XY)T}/l_{(XX)T}$

$=359.42-62.45^2/37=254.01$

自由度$=\sum n_i-2=N-2=14$

$B=\sum_{i=1}^{b}[l_{(YY)i}-l^2_{(XY)i}/l_{(XX)i}]=181.75$

自由度$=\sum(n_i-2)=N-2k=10$

$A=\sum_{i=1}^{b}l_{(YY)i}-\sum_{i=1}^{k}l^2_{(XY)i}/\sum_{i=1}^{k}l_{(XX)i}$

$=324.25-58.163^2/38.157=235.59$

自由度$=\sum n_i-k-1=N-k-1=12$

3. 计算F值：

(1) H_0：各回归线重合，

$$F=\frac{(l_{(Y\cdot X)T}-B)/(2k-2)}{B/(N-2k)}=\frac{(254.01-181.75)/4}{181.75/10}=0.99$$

(2) H_0：$\beta_1=\beta_2=\cdots=\beta_K$

$$F=\frac{(A-B)/(k-1)}{B/(N-2k)}=\frac{(235.59-181.75)/2}{181.75/10}$$

$=1.48$

(3) H_0：$\alpha_1=\alpha_2\cdots=\alpha_{12}$，

$$F=\frac{(l_{(Y\cdot X)T}-A)/(k-1)}{A/(N-k-1)}=\frac{(254.01\ \ 235.01)/2}{235.59/10}$$

$=0.40$

3个F值，分别查$F_{0.05,4,10}$；$F_{0.05,2,10}$；$F_{0.05,2,10}$相比，均无显著性。说明这三条回归线条不拒绝相等性假设，各直线的回归系数、截距可认为是相等的。

4. 此例回归系数和截距不必进行两两比较。现仅为说明运算方法，以回归系数为例，作下列检验。

各组按回归系数大小排列次序，算出各个两组比较时，b的标准误s_b，查出$q_\alpha(p,n)$值。

表3 三个托儿所2岁儿童的体重、心形面积回归系数的多重比较

原组别	组别	b	比较	差别	S_b	$q_{0.05(2,10)}$	$S_bq_{0.05(2,10)}$
3	Ⅰ	−2	b_I-b_{II}	|3.72|	1.70	3.15	5.36
1	Ⅱ	1.72	$b_{II}-b_{III}$	|1.06|	1.43	3.15	4.52
2	Ⅲ	2.78	$b_{III}-b_I$	|4.78|	2.20	3.88	8.54

b_I与b_{II}比较中，

$$s_b=\sqrt{\frac{B}{(N-2k)}\times\frac{1}{2}\left(\frac{1}{(l_{XX})_I}+\frac{1}{(l_{XX})_{II}}\right)}$$

$$=\sqrt{\frac{181.75}{(16-6)}\times\frac{1}{2}\left[\frac{1}{3.5}+\frac{1}{29.469}\right]}=1.70$$

$$q_{0.05(2,10)}=3.15$$

余按此类推。各组比较均无显著差别。表明各条回归线可以相互合并，无必要作单独处理。

列联表趋势检验

列联表趋势检验(test for trend of contigency)是一种检验两个有序分类变量是否存在线性回归关系的χ^2检验法。

这一方法广泛应用于流行病学研究中阐明剂量与反应关系的研究。作为因素的变量，常分成k个(k ≥ 3)等

级，作为反应的变量是"发病与不发病"、"死亡与存活"等二项分类变量。此时因素与反应构成一个k×2列联表，相应的趋势检验也称为k×2列联表趋势检验。如果作为反应的变量可分为r级，则因素与反应构成一个k×r列联表，相应的趋势检验是k×r列联表趋势检验。

k×2列联表趋势检验 进行这一检验时，将因素变量的不同水平用"记分"(score)定量化，把0分放在中间水平，比它小的用−1、−2等记分，比它大的水平用1、2等记分，把z_i作为因素变量的各水平记分。反应变量分两个水平，以X_i代表i水平的发病数(或死亡数等)、n_i-X_i代表不发病数(或生存数等)。X为$\sum X_i$，n为n_i。

是否存在随z水平的变化，发病率(或死亡率等)也随之而变化的现象，只须作以下χ^2检验。检验假设为发病率的变化与z水平的变化无关，即$H_0:\beta=0$，χ^2计算公式为：

$$\chi^2=b^2/s^2,\qquad 自由度=1 \tag{1}$$

其中 $$b=\frac{n\sum X_iz_i-X\sum n_iz_i}{n\sum n_iz_i^2-(\sum n_iz_i)^2} \tag{2}$$

$$s_b=\sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})[\sum n_iz_i^2-(\sum n_iz_i)^2/n]} \tag{3}$$

例1 31例胃癌病理检查的癌组织侵犯胃壁的深度与五年生存率见表1，试作趋势检验。

表1 31例胃癌的病变深度与生存率的线性关系

侵犯胃壁深度	记分 z_i	五年存活数 X_i	死亡数 n_i-X_i	n_i	P_i	$(1-P_i)$	X_iz_i	$X_iz_i^2$	n_iz_i	$n_iz_i^2$
粘膜及其下层	−1	3	0	3	1.00	0	−3	3	3	3
肌　层	0	5	6	11	0.455	0.545	0	0	0	0
浆膜及网膜	1	3	13	16	0.188	0.812	3	3	16	16
		X=11		n=30	0.354 8	0.645 2	0	6	13	19

设生存率的大小与侵犯胃壁的深度无关，即$H_0:\beta=0$。应用上述公式，分别计算b、s_b和X^2值：

$$b=\frac{30\times0-11\times13}{30\times19-13^2}=-0.356\,6$$

$$s_b=\sqrt{0.356\,6\times0.643\,4[19-13^2/30]}=1.751$$

$$X^2=\frac{b^2}{s_b^2}=\frac{0.357^2}{1.751^2}=0.04$$

不拒绝$H_0:\beta=0$的假设。说明生存率大小与侵犯胃壁深度无关。

k×r列联表趋势检验 与k×2相仿，处理时先将因素与反应两个变量不同水平用记分定量化。然后用下列公式进行计算：

$$b_{Y\cdot X}=\frac{l_{XY}}{l_{XX}}=\frac{[\sum(x-\bar{x})^2+\sum(y-\bar{y})^2-\sum(d-\bar{d})]/2}{\sum(x-\bar{x})^2} \tag{4}$$

$$V_b=\frac{l_{YY}}{nl_{XX}}=\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{b\sum(X-\bar{X})^2} \tag{5}$$

$$\chi^2=\frac{b^2}{V_b} \tag{6}$$

其中d为(x−y)(见表3)。

例2 有541例结核性脑膜炎病例按治疗时病情早晚程度分早、中、晚三期，有痊愈、有后遗症、死亡三种不同程度的结果，数据列于表2，试作趋势检验。

(1) 计算$\sum(Xn_{i.})$，$\sum(X^2n_{i.})$，$\sum(Yn_{.j})$，$\sum(Y^2n_{.j})$。本例$\sum(Xn_{i.})=-13$，$\sum(X^2n_{i.})=275$，$\sum(Yn_{.j})=-155$，$\sum(Y^2n_{.j})=439$(表2)。

(2) 计算

$l_{XX}=\sum(X-\bar{X})^2=\sum(X^2n_{.j})-[\sum(Xn_{.j})]^2/\sum n_{.j}$

$\quad 275-(-13)^2/541=274.688$

$l_{YY}=\sum(Y-\bar{Y})^2=\sum n_{i.}Y^2/\sum n_{i.}$

$\quad =439-(-155)^2/541=394.591$

(3) 计算 l_{XY}，须先计算出表3各数据。

表2 541例结核性脑膜炎病情严重度与后果的列联表

病情(X)	记分	治疗效果(Y) 痊愈 −1	有后遗症 0	死亡 1	$n_{i.}$	$Xn_{i.}$	$X^2n_{i.}$
早期	−1	113	13	18	144	−144	144
中期	0	142	59	65	266	0	0
晚期	1	42	30	59	131	131	131
$n_{.j}$		297	102	142	541	−13	275
$yn_{.j}$		−297	0	142	−155		
$y^2n_{.j}$		297	0	142	439		

表3 k×r列联表的趋势检验步骤举例

X−Y	d	f		df	d^2f
(−1)−(+1)	−2	18		−36	72
0−(+1) (−1)−0	−1	65 13	78	−78	78
(+1)+(+1) 0−0 (−1)−(−1)	0	59 59 133	231	0	0
(+1)−0 0−(−1)	+1	30 142	172	172	172
(+1)−(−1)	+2	42		84	168
合　计		541		142	490

$$l_{dd}=\sum(d-\bar{d})^2=\sum d^2f-\frac{(\sum df)^2}{n}=490-\frac{142^2}{541}=452.728$$

$$l_{XY}=[l_{XX}+l_{YY}-l_{dd}]/2=(274.688+394.591-452.728)/2$$
$$=108.276\,4$$

(4) 计算b, V_b和χ^2:

$$b=\frac{l_{XY}}{l_{XX}}=\frac{108.276}{274.688}=0.394$$

$$V_b=\frac{l_{YY}}{nl_{XX}}=\frac{394.591}{541\times 274.688}=0.003$$

$$\chi^2=\frac{b^2}{V_b}=\frac{0.394^2}{0.003}=51.745,\ \text{自由度}=1$$

此χ^2值大于$\chi^2_{0.05,1}$, $P<0.05$。有显著意义,说明结核性脑膜炎病情的严重度与治疗结果有线性回归关系,病情越严重,治疗结果越差。

直线相关

直线相关

直线相关(linear correlation)是研究两种随机变量之间的关系的统计方法,用来阐明两者之间关系的性质和程度。

两种变量之间的关系主要是通过相关系数来描述的,用符号r表示。相关系数又称为积矩相关系数,只用于两者呈直线(或线性)关系,即一个变量数值上升时,另一个出现上升或下降的趋势是呈直线形状的。

相关系数的计算公式为:

$$r=\frac{\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2\cdot\sum(Y-\bar{Y})^2}}=\frac{l_{XY}}{\sqrt{l_{XX}\cdot l_{YY}}} \quad (1)$$

r值在−1与1之间,没有单位。当r为负值时称为负相关。r为正值时称为正相关。r绝对值越接近1,相关程度越高,等于1时,称为完全相关。r值越接近0时,相关程度越低,等于0时,称为无相关。但在下结论之前应作相关系数假设检验。

两种变量之间关系,也可用散点图表示。横轴为变量X尺度,纵轴为变量Y尺度,每一对(X,Y)数值,作为坐标为(X,Y)的一个点,n对数据成为图上的n个点,从点的分布情况,可看出X与Y相关是正的(X值大时,Y值也较大)还是负的(X值大时,Y值趋向较小);也可约略看出相关程度。

分析直线相关的条件是:①X、Y两个变量之间呈线性关系。②X、Y两个变量均为随机变量。③X、Y两个变量呈双变量正态分布。

成对的双变量数据,同时作相关分析、回归分析时,存在如下的关系:

(1) 在回归分析中,从X推算Y的回归系数$b_{Y\cdot X}$,与从Y推算X的回归系数$b_{X\cdot Y}$,是不同的数值,r是它们的几何平均值。

$$r=\sqrt{b_{Y\cdot X}\cdot b_{X\cdot Y}} \quad (2)$$

r的符号,取回归系数的符号。$b_{Y\cdot X}$为正值时,r也为正值;为负值时,r也为负值;同一数据的b与r的正负符号相同。

(2) 如果变量X、Y通过$X'=\frac{X-\bar{X}}{S_X}$, $Y'=\frac{Y-\bar{Y}}{S_Y}$两式变换成正态变量X′、Y′。用正态变量计算而得回归方程式,称为标准化回归方程式。当自变量X只有一种时,其回归系数即为r值。

$$Y'=b'X',\ \frac{Y-\bar{Y}}{S_Y}=r\frac{X-\bar{X}}{S_X} \quad (3)$$

上式与$Y-\bar{Y}=b_{Y\cdot X}(X-\bar{X})$相比,可得

$$r=b_{Y\cdot X}\frac{S_Y}{S_X} \quad (4)$$

同理,$\hat{X}'=rY'$, $r=b_{X\cdot Y}\frac{S_X}{S_Y}$

(3) 决定系数是相关系数的平方值。

$$\text{决定系数}=\frac{l^2_{XY}/l_{XX}}{l_{YY}}=r^2 \quad (5)$$

决定系数r^2,表示r的变异中有多少是X造成的。如$r^2=1$,则Y的变异完全由X所造成。

作直线相关分析时还须注意:①应用相关系数下结论之前,必须经过统计上的假设检验,如拒绝接受$\beta=0$的假设,才能得出X、Y之间相关的结论。②相关系数有显著性说明X、Y之间有直线相关,并不证明两者有因果关系。

相关分析的步骤:

(1) 将成对的数据列出(如例中的表),绘制散点图,用目测方法观察是否呈直线趋势。呈直线趋势的数据,适应相关分析。

(2) 计算XY的离均差平方和及离均差乘积之和,$l_{XX}=\sum(X-\bar{X})^2$, $l_{YY}=\sum(Y-\bar{Y})^2$, $l_{XY}=\sum(X-\bar{X})(Y$

$-\bar{Y})$

(3) 按式(1)计算出相关系数r。

(4) 作相关系数假设检验。原假设为$\rho=0$。ρ为这总体的相关系数。如果检验结果拒绝接受原假设，则可认为XY两变量之间存在直线相关关系。否则，不能下两者有相关的结论。

检验方法为用下式计算t值：

$$t=\frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}},\ 自由度=n-2 \tag{6}$$

此值与$t_{0.05,(n-2)}$相比，如$t>t_{0.05,(n-2)}$，则$P<0.05$，拒绝接受$\beta=0$的原假设。否则，不能拒绝接受。

现已制备相关系数界限值表(附录四表40)，查表可得$P=0.05$时的r界限值，样本的r值与i相比，如大于界限值，表示拒绝$\rho=0$的原假设。

r值的假设检验与b值的假设检验是等价的，也即表示结论是一致的。一个样本用r值作假设检验已有结论，可不必再作b的假设检验，反之亦然。

例 用一种代乳粉饲养10只大白鼠，得进食量(X;g)和增加体重(Y,g)的记录如下表。求出X、Y之间相关系数，并作原假设为$\rho=0$的假设检验。

表 10只大白鼠的进食量X和增重Y

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	820	780	720	867	690	787	934	679	639	820
Y	165	158	130	180	134	167	180	145	120	158

(1) 作散点图，可看出X、Y之间呈直线趋向。

(2) 计算相关系数r：

$\bar{X}=773.6,\ \bar{Y}=154.3$

$\sum(X-\bar{X})^2=75\,906.4,\ \sum(Y-\bar{Y})^2=4\,234.1$

$z(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})=16\,843.2$

$$r=\frac{\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2\sum(Y-\bar{Y})^2}}=\frac{16\,843.2}{\sqrt{75\,906.4\times4\,234.1}}=0.939\,5$$

(3) $H_0:\rho=0,\ H_1:\rho\neq0$。

$$t=\frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}}=\frac{0.939\,5}{\sqrt{(1-0.939\,5^2)/8}}=7.76$$

自由度$=n-2=8$。

(4) 判断：查t值表(附录四表15)，$t_{0.05,8}=2.306$，$p<0.05$，拒绝原假设，接受备择假设。说明代乳粉的进入量与增加体重有显著相关。

相关系数比较

相关系数比较(comparison among correlation coefficients)包括一个样本相关系数与已知总体相关系数ρ的比较，两个或二个以上样本相关系数之间的比较。如从同一个总体中抽取多个样本，样本相关系数r的分布，呈一个偏态分布。总体相关系数ρ的绝对值离开0值越远(越接近于1)，则r值分布偏度越大。如将r值作$\dot{Z}$变换($\dot{Z}$ transformation)，则Z值分布接近正态。$\dot{Z}$变换的公式为

$$\dot{Z}=\frac{1}{2}\ln\frac{1+r}{1-r}$$

或

$$\dot{Z}=\tanh^{-1}r \tag{1}$$

样本r变换为$\dot{Z}$值后，其标准差为

$$s_{\dot{z}}=\frac{1}{\sqrt{n-3}} \tag{2}$$

$\dot{Z}$变换又称反双曲线正切变换。$\dot{Z}$分布接近正态分布。因此，相关系数之间的比较可采用Z检验或χ^2检验。

(1) 样本r_1与已知总体ρ比较：计算Z值(Z检验的统计量)：

$$Z=\frac{\dot{Z}_1-\dot{Z}}{\sqrt{1/(n_1-3)}}=(\dot{Z}_1-\dot{Z})\sqrt{n_1-3} \tag{3}$$

n_1为样本中(X、Y)数，$\dot{Z}$为已知总体ρ的$\dot{Z}$变换值。

(2) 两个r的比较：计算z值，如大于1.96，则$\rho<0.05$。

$$z=\frac{\dot{Z}_1-\dot{Z}_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1-3}+\frac{1}{n_2-3}}} \tag{4}$$

(3) 多个r的比较：计算X^2：

$$X^2=\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{\dot{Z}_i-\dot{Z}_w}{1/\sqrt{n_i-3}}\right)^2=\sum_{i=1}^{k}(n_i-3)(\dot{Z}_i-\dot{Z}_w)^2 \tag{5}$$

自由度$=k-1$

$\dot{Z}_w$为各$\dot{Z}_i$的加权平均：

$$\dot{Z}_w=\frac{\sum_i(n_i-3)z_i}{\sum_i(n_i-3)} \tag{6}$$

如果在两个或多个k比较时，假设检验结果为无显著差别，可用式(6)计算合并相关系数的Z_w值，它的标准差$\dot{Z}_w$用下式计算：

$$s_{\dot{Z}w}=\frac{1}{\sqrt{\sum_i(n_i-3)}} \tag{7}$$

95%的可信限为

$$\dot{Z}_w\pm1.96s_{zw}。 \tag{8}$$

$\dot{Z}$值可用下式变换为相关系数：

$$r=(e^{2\dot{z}}-1)/(e^{2\dot{z}}+1) \tag{9}$$

例 某人测定20个2岁儿童的身高和心影面积，得到相关系数为0.88，问该样本相关系数是否来自$\rho=0.5$的总体？

$H_0:\rho=0.5;$

$H_1:\rho\neq0.5,$

作$\dot{Z}$变换，今$r=0.88$，

$\dot{Z}_r=\frac{1}{2}\ln\frac{1+r}{1-r}=\frac{1}{2}\ln\frac{1.88}{0.12}=1.38$

$\dot{Z}_c=\frac{1}{2}\ln\frac{1+r}{1-r}=\frac{1}{2}\ln\frac{1.5}{0.5}=0.55$

则$Z=\frac{\dot{Z}_r-\dot{Z}_c}{\sqrt{1/(n-3)}}=\frac{1.38-0.55}{\sqrt{1/17}}=3.42$

因为$Z=3.42>1.96$, $\rho<0.05$，说明2岁儿童身高和心影面积的相关系数不是来自$\rho=0.5$的总体。

组内相关系数

组内相关系数(correlation coefficient within group)是用作X、Y成对数据不必分清何者为X，何者为Y时的相关指标，如作为表示同胞、双生子间某种特征相似程度的测量。从同胞、双生子测得的某种特征的一对数值，分哪一个是自变量X，哪一个是应变量Y是不必要的。

在计算组内相关系数时，先要作一个方差分析。用一般方差分析方法计算出组间均方和组内均方，分别用$MS_{组间}$和$MS_{组内}$表示。

根据下一公式计算出组内相关系数r_I:

$$r_I=\frac{MS_{(组间)}-MS_{(组内)}}{MS_{(组间)}+(n_0-1)MS_{(组内)}}$$

n_0为同胞(或双生子、多生子)数，双生子时n_0为2。

r_I的显著性检验就是一般单因素方差分析中的F检验。

组内相关系数可用于双生子的遗传学研究

例 8对双生子的身高见表，试用组内相关系数表示兄弟之间身高的相关程度。

8对双生子的身高(cm)

对数	双生子中		和
	第一个	第二个	
1	87	85	172
2	88	96	184
3	89	95	184
4	84	89	173
5	100	105	205
6	79	88	167
7	87	91	178
8	96	100	196
Σ			1 459
			$\bar{X}=91.1875$

(1) 计算总离均差平方和$SS_总$

$SS_总=\sum X^2-(\sum X)^2/16=(87^2+88^2+\cdots+91^2+100^2)-(1459)^2/16=710.4375$

(2) 先计算组间离均差平方和$SS_{组间}$，再计算组间均方$MS_{组间}$:

$SS_{组间}=(172^2+184^2+\cdots+178^2+196^2)\div2-\frac{(1459)^2}{16}=576.937$

$MS_{组间}=576.9375/7=82.42$

(3) 先计算组内离均差平方和$SS_{组内}$，再计算组内均方$MS_{组内}$:

$SS_{组内}=SS_总-SS_{组间}=710.4375-576.9375=133.5$

$MS_{组内}=133.5/8=16.6875$

(4) 计算r_I:

$r_I=\frac{82.42-16.6875}{82.42+16.6875}=\frac{65.7325}{99.1075}=0.6632$

组内相关系数为0.66，说明双生子之间的身高的相似程度。如将双生子分清同卵、异卵，则更能分清同卵双生子或异卵双生子之间的相关程度。

等级相关

等级相关(rank correlation)是等级资料的直线相关分析，是分析成对数据当一个变量变化时(如上升时)另一个变量是否有随之单纯上升或下降趋势关系的一种统计方法。它是一种非参数统计方法，类似参数性统计中的线性相关方法。

非参数性统计中分析相关问题有Spearman等级相关和Kendall等级相关。两者分别用不同的统计量表达两变量之间关系的性质(方向)和程度，分别用r_s(Spearman等级相关系数)和r_k(Kendall等级相关系数)代表。r_s、r_k的数值在−1与1之间，当小于0时表示负相关，大于0时表示正相关；绝对值越接近1表示相关程度越密切。分析时，应作假设检验，有显著性时才下两个变量有相关的结论。同一个样本计算r_S和r_K，两者的数值是相近而不相等。作假设检验时，$\alpha=0.05$临界值的数值也不同。

适宜用直线相关方法分析的数据，均可用上述非参数性统计方法分析。当成对数据中两个变量不呈双态量正态分布时，或分布不明时，不宜用直线相关系数r的方法分析，而可用r_s或r_K进行分析。当X、Y两个变量中有一个是等级数据，也宜用r_s或r_R作分析。

Spearman等级相关

(1) 编秩次：将成对的数据中两种变量分别按其数值大小编秩次。遇有相同的数值，给以平均秩次。每遇到的相同秩次的观察值，记下其个数，以t_i代表。i表示有相同秩次的组数。例如第一次遇到相同秩次的观察值有3个，记$t_1=3$，第二次有4个，记$t_2=4$。

(2) 计算每对X、Y的秩次的差值d。

(3) 计算r_s:

$$r_s=1-\frac{6\sum d^2}{(n-1)n(n+1)}=1-\frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

n为样本有多少个对子。

(4) 有相同秩次时，计算"纠正r_s"代表r_s:

$$纠正\ r_s=\frac{(n^3-n)/6-(T_x+T_y)-\sum d^2}{\sqrt{[(n^3-n)/6-2T_x][(n^3-n)/6-2T_y]}} \quad (2)$$

$T_x=\sum_{i=1}^{k}(t_i^3-t_i)/12$，k为变量中相同秩次的组数，每组的相同秩次变量有$t_i$个；$T_y$为y变量中相应数值。

对r_s或纠正r_s可查附录四表 41 中$p=0.05$的r_s界限值，如$r_s>r_s(0.05)$，表示可拒绝两变量不相关的假设。

如n很大，r_s值与r值十分相近。假设检验可采用自由度$n-2$的r值的t检验方法(见“直线相关”条)。

例1 8名2岁男童的体重与心影面积数据如表1，试计算r_s。

表1 8名儿童的体重与心影面积

体重(kg) X	秩 次	心影面积 (cm²) Y	秩 次	d	d²
9	1	29.2	1	0	0
10	2.5	33.5	2	0.5	0.25
10	2.5	40.4	6	−3.5	12.25
12	5	35.4	3	2	4
12	5	37.7	4	1	1
12	5	39.4	5	0	
13	7	46.7	8	−1	1
15.5	8	41.3	7	1	1
					19.5

$$T_x=\frac{(2^3-2)+(3^3-3)}{12}=\frac{6+24}{12}=\frac{30}{12}=2.5$$

$$r_s=1-\frac{6(19.5)}{8(8^2-1)}=0.77$$

$$纠正\ r_s=\frac{(8^3-8)/6-5-19.5}{\sqrt{[(8^3-8)/6-2\times30/12][(8^3-8)/6]}}=\frac{59.5}{\sqrt{79\times84}}$$
$$=0.72$$

查附录四表 41，$n=8$，$p<0.05$。

这一结果表示儿童的心影面积与体重之间有相关。

Kendall等级相关

(1) 将原始的成对数据，按X值的大小，从小到大为序列出，同时将相应的Y值列于其旁。当X有相同数值时，相应的Y值从小到大列于其旁。

(2) 对此n对数据中的每一个Y值，往下点算出大于此值的Y有n个(等于或小于此值不计)，其和记为s。

(3) 计算r_k：

$$r_k=\frac{4s}{n(n-1)}-1 \quad (3)$$

n为数据中的对子数。

当X、Y有相同值时，用下式计算校正r_k：

$$校正r_k=\frac{2s}{\sqrt{(n^2-n)/2-U_X}\sqrt{(n^2-n)/2-U_Y}}-1 \quad (4)$$

式中$U_x=\sum_{i=1}^{k}(t_i^2-t_i)/2$。k为X变量中有多少组有相同数值，i组相同值变量有t_i个；U_Y为Y变量中相应数值。

(4) 作假设检验，原假设为当X从小到大排列时，Y为随机排列。检验方法是查$\alpha=0.05$的r_k临界值表(附录四表 44)。当r_k大于临界值，说明有显著性。

例2 8名2岁男童的体重与心影面积如表2列，试计算r_K。

表2 8名儿童的体重与心影面积

体 重 X(kg)	心影面积 Y(cm²)	向下计算＞Y的个数
9	29.2	7
10	33.5	6
10	40.4	2
12	35.4	4
12	37.7	3
12	39.4	2
13	46.7	0
15.5	41.3	0
$t_1=2$		$s=24$
$t_2=3$		

$$r_k=\frac{4s}{n(n-1)}-1=\frac{4\times24}{8(8-1)}-1=0.714$$

$$纠正k_r=\frac{2s}{\sqrt{[n(n-1)/2-U_x][n(n-1)/2-U_y]}}-1$$

$$=\frac{2\times24}{\sqrt{\left[\frac{8\times7}{2}-\frac{(4-2)+(9-3)}{2}\right]\left[\frac{8\times7}{2}\right]}}-1$$

$$=1.85-1=0.85$$

查附录四表44，得$p<0.05$，说明儿童体重与心影面积呈正相关。

列联系数

列联系数(contigency coefficient)是测定两个定性(或半定量)变量之间相关关系强度的一种指标。

两个定性变量之间有否相关关系，只要对两个变量不同水平组成的四格表或r×c(r为行数，c为列数)列联表进行一般χ^2检验。如要对联系程度作出衡量，则需用列联系数。最常用的列联系数是Pearson列联系数(cc)，它以下式为定义：

$$cc=\sqrt{\frac{\chi^2}{n+\chi^2}} \quad (1)$$

cc的值介于0到1之间，cc的值越大，表示相应两个变量间的相关关系越密切。但是cc的取值受到列联表大小的影响，对于四格表(即2×2表)，cc的取值≤$\sqrt{\frac{2-1}{2}}=0.707$；对于3×4表，cc的取值≤$\sqrt{\frac{3-1}{3}}=0.817$；一般r×c表(设r≤c)，cc的取值≤$\sqrt{\frac{r-1}{r}}$。所以不同大小列联表的cc不能相互比较，这是cc的缺点。为了

各种不同大小的列联表相互比较，可用下式计算纠正列联系数：

$$纠正cc=\frac{cc}{cc(最大值)}=\frac{cc}{\sqrt{\frac{r-1}{r}}} \quad (2)$$

例 粮库工人接触谷尘有谷物热史者27人为观察组，年龄性别与之相仿无接触史工人27人为对照组，两组工人血清总免疫球蛋白E(IgE)水平见下表。$\chi^2=8.36$, $p<0.01$，计算Pearson列联系数(cc)。

从上表，得n=54, r=2。χ^2值为8.36。则

$$cc=\sqrt{\frac{8.36}{54+8.36}}=0.366$$

$$纠正cc=\frac{cc}{\sqrt{\frac{r-1}{r}}}=\frac{0.366}{\sqrt{1/2}}=0.518$$

两组工人血清总IgE水平(IU/ml)

	血清总IgE水平			合 计
	<500	500～	5 000～	
观察组	11	10	6	27
对照组	21	5	1	27

曲线回归

曲线回归

曲线回归(curvilinear regression)又称非线性回归(non-linear regression)，是自变量与应变量之间不呈直线关系时的统计描述与分析方法。

曲线回归中的模型或称非线性模型，用来拟合不呈直线关系的数据。非线性模型有很多种，选择模型最基本的要求是曲线形状与数据在直角坐标上各点的连线形状相一致。

非线性模型种类 医学上常用的非线性模型有下列数种(下式中X、Y为变量，e为自然对数的底，其余字母均为待估计的参数)。

(1) 多项式曲线：

$$Y=a+b_1X+b_2X^2$$
$$Y=a+b_1X+b_2X^2+b_3X^3$$

(2) 指数曲线：

$$Y=ae^{bx}$$
$$Y=ae^{-bx}$$
$$Y=k-ae^{bx}$$
$$Y=k-ae^{-bx}$$

(3) logistic曲线

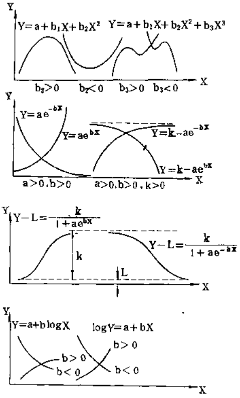
$$Y-L=\frac{k}{1+ae^{bx}}$$

$$Y-L=\frac{k}{1+ae^{-bx}}$$

式中k和L为根据曲线位置而选定的参数。

(4) 对数曲线：

$$Y=a+b\log X$$
$$\log Y=a+bX$$



非线性模型

模型的选择 有以下几种：

(1) 根据X、Y两种变量关系的性质来选择模型。例如，X增加时Y值呈几何级数增加(在医学中例子有：X为时间，Y为培养基内微生物浓度)宜用$Y=ae^{bX}$模型。X增加时，Y按固定比例下降，如X为时间，Y为体内某毒物的浓度，宜用$Y=ae^{-bX}$模型。

(2) 将实际数据在直角坐标纸上绘制点图，根据图形选择曲线模型，进行试配，也可根据拟合度的优劣来选择。现代计算计技术为这提供了条件。

(3) 通用性比较强的是多项式曲线模型，它对任何曲线都可作为拟合的模型。一般有一个峰的呈抛物线曲线图形，用X的二次项的多项式曲线可作适当的拟合。更多峰的曲线用X的高次项，适合程度较好。

曲线回归方法应用 (1) 确定X、Y之间的关系。对X、Y之间的数学联系的描述更接近实际数据(与直接回归模型相比)，回归式可用作修匀手段，使X、Y关系消除误差因素，表达更为清晰。

(2) 从X值预测或推算出应变量Y值。

(3) 找出对Y作用最大的X值，或作用最小的X值。

(4) 找出对Y变化最大的X值，或在某X值时的变化速度。

(5) 像直线回归一样，$(Y-\hat{Y})$值，即残差值可认为消除X因素后Y的随机观察误差。此值可用于进一步分析。例如，分析除X外，是否还有其他重要的自变量对Y起作用。

曲线拟合

曲线拟合(curve fitting)是对研究中得到的成对数据(X、Y)用曲线回归方程式表达其相互联系的统计处理技术。如果把成对的观察值点在以X为横坐标、Y为纵坐标的坐标纸上，各点不呈直线趋向时，宜用曲线回归方程作处理。

曲线拟合步骤：

选择一个合适的曲线模型 根据观察值点在坐标纸上所呈现的曲线形状，并结合专业知识和经验，选择适当的模型。例如，应变量Y为一百分值，不能超过100%。

估计参数 在模型决定之后，可有两类拟合方法来估计模型参数。

(1) 直线化变换方法。这方法将曲线模型中变量X、Y经过适当的变换得新变量x、y，使x、y之间呈直线关系，从而可用直线回归方法得到参数估计值，再变换回来得到描述这数据的曲线回归方程式。

以指数曲线模型为例，$Y=ae^{bX}$，等式两侧各取自然对数值，得$\ln Y=\ln a+bX$，将Y作$y=\ln Y$，$x=X$变换，得$y=\ln a+bx$，这是一个直线回归模型。将原数据(X、Y)，全部变换为(x、y)值，用一般直线回归方法求出b与ln a：

$$b=[\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})]/\sum(x-\bar{x})^2$$

$$\ln a=\bar{y}-b\bar{x}$$

$$得\ a=e^{(\bar{y}-b\bar{x})}$$

求出a，b，即得$Y=ae^{bX}$的曲线回归方程式。

以二次多项式回归模型，$Y=a+b_1X+b_2X^2$为例，使新变量$x_1=X$，$x_2=X^2$，即得多元线性回归模型：

$$Y=a+b_1x_1+b_2x_2$$

x_1、x_2为两个新自变量，通过"法方程式"，并将新变量换回原变量，可解出a，b_1，b_2：

$$an+b_1\sum X+b_2\sum X^2=\sum Y$$

$$a\sum X+b_1\sum X^2+b_2\sum X^3=\sum XY$$

$$a\sum X^2+b_1\sum X^3+b_2\sum X^4=\sum XY$$

上式中，n为样本含量，X为原变量。

(2) 直接估计曲线回归方程式的参数。有极大似然法等参数估计方法可估计出回归方程式中各个参数。以$Y=a+b_1X+b_2X^2$为例，Y的分布为$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{\frac{1}{2\sigma^2}(Y-\hat{Y})^2}$。似然函数为$\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}}\exp[-\frac{1}{2\sigma^2}\sum(X-a-Xb_1-X^2b_2)^2]$

对数似然函数为

$$L=\sum^{n}(Y_i-a-b_1X_i-b_2X_i^2)^2$$

使$\frac{\partial L}{\partial a}$，$\frac{\partial L}{\partial b}$，$\frac{\partial L}{\partial b_2}$等于0，得到求a，$b_1$，$b_2$的方程式。

除多项式之外，一般曲线模型的直线化法与直接估计参数方法，得出的参数值不是完全相同的，直接用最大似然法较好。但直线化方法运算方便，仍是普遍接受的方法。

求估计值，作曲线图 从拟合的曲线回归方程，求出估计值$\hat{Y}$，作曲线图。约略观察所拟合的曲线与实际数据符合情况。必要时作拟合优度检验，计算非线性决定系数，表示拟合程度。

曲线拟合的实际应用，类似直线回归，如用于修匀，从自变量X推算应变量Y。也可计算不同水平X值每增加一个单位值时，Y值相应增加值。并可计算X在什么数值时，Y值为最大或最小。

指数曲线拟合

指数曲线拟合(exponential curve fitting)是利用指数函数拟合双变量实测数据，即当自变量X增大时，应变量Y随之呈几何级数增加(或减少)的一类曲线的拟合。用拟合指数曲线方程可以分析两变量之间的关系。在卫生学领域中，常用指数曲线描述生长过程，并称其为指数生长曲线。

指数函数的一般形式为

$$Y=ac^{bX} \quad (1)$$

或

$$k-Y=ac^{bX} \qquad (2)$$

其中c为任意常数，通常取$c=e_c$

拟合指数曲线时，可按下式求得曲线方程中的a和b：

$$b=\frac{\sum(Xy)-\frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2-\frac{(\sum X)^2}{n}} \qquad (3)$$

表1 年龄与高血压患病率的指数曲线配合计算表

年龄组 (1)	X (2)	X^2 (3)	Y(%) (4)	y=lnY (5)	y^2 (6)	Xy (7)	$Y=0.340\,69\,e^{0.07599X}$ (8)
15—	17.5	306.25	0.78	−0.248 5	0.061 7	−4.348 1	1.287 9
20—	22.5	506.25	2.19	0.783 9	0.614 5	17.635 8	1.883 2
25—	27.5	756.25	2.17	0.774 7	0.600 2	21.305 0	2.753 7
30—	32.5	1 056.25	4.89	1.587 2	2.519 2	51.583 7	4.026 5
35—	37.5	1 406.25	5.15	1.639 0	2.686 3	61.462 4	5.887 6
40—	42.5	1 806.25	8.32	2.118 7	4.488 7	90.043 1	8.608 9
45—	47.5	2 256.25	13.38	2.593 8	6.727 6	123.463 0	12.588 0
50—55	52.5	2 756.25	18.49	2.917 2	8.510 2	153.154 6	18.406 3
合计	280	10 850	55.37	12.166 0	26.210 4	514.299 5	

表2 年龄与锡克试验阳性率指数曲线配合计算表

年龄(X) (1)	X^2 (2)	锡克试验阳性率(Y) (3)	100−Y (4)	y=ln(100−Y) (5)	y^2 (6)	Xy (7)	$\hat{Y}=100-89.889\,7c^{-0.3226X}$ (8)
1	1	29.44	70.56	4.256 5	18.117 8	4.256 5	34.857 1
2	4	52.72	47.28	3.856 1	14.869 5	7.712 2	52.791 1
3	9	68.98	31.02	3.434 6	11.796 5	10.303 8	65.787 8
4	16	76.96	23.04	3.137 2	9.842 0	12.548 8	75.206 5
5	25	81.34	18.66	2.926 4	8.563 8	14.632 0	82.032 2
6	36	86.34	13.66	2.614 5	6.835 6	15.687 0	86.978 7
7	49	90.53	9.47	2.248 1	5.054 0	15.736 7	90.563 5
28	140	486.31	213.69	22.473 4	75.079 2	80.877 0	

$$a=\ln^{-1}(\bar{y}-bX) \qquad (4)$$

其中$y=\ln Y$（当拟合曲线$Y=ae^{bX}$时）；

$y=\ln(k-Y)$（当拟合曲线$k-y=ae^{bX}$时）。

例1 某地15—55岁男子各年龄组高血压患病率见表1第(1)、(4)栏，以各年龄组的组中值为X，各年龄组患病率为Y用点图作初步观察(图1)，可见X与Y可能呈指数曲线关系。试用指数曲线$Y=ae^{bX}$拟合高血压年龄组患病率的变化趋势。

根据式(3)和式(4)，

$$b=\frac{514.299\,5-\frac{280\times 12.166}{8}}{10\,850-\frac{280^2}{8}}=0.084$$

$$a=\ln^{-1}\left(\frac{12.166}{8}-0.084\times\frac{280}{8}\right)=\ln^{-1}(-1.420)=0.242$$

从而 $\hat{Y}=0.242\,e^{0.084X}$。

根据表1，第(2)、(4)、(8)栏作图(图1)。

例2 某地区不同年龄组锡克试验阳性率见表2第(3)栏。初步用点图分析，锡克试验阳性率($\bar{Y}$)与年龄(X)是指数曲线关系。按$k-Y=ae^{bX}$作指数曲线拟合，这里取k=100，因为阳性率Y不会超过100%。

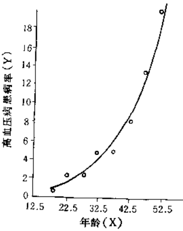


图1 某地15—55岁男性年龄与高血压患病率指数曲线

根据式(3)和(4)

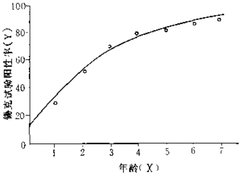


图 2　年龄与锡克试验阳性率指数曲线

$$b=\frac{80.877\,0-\frac{28\times 22.473\,4}{7}}{140-\frac{28^2}{7}}=-0.322\,0$$

$$a=\ln^{-1}\left(\frac{22.473\,4}{7}-(-0.322\,0)\times\frac{28}{7}\right)=\ln^{-1}(4.498\,5)$$

$$=89.882\,2$$

从而 $\hat{Y}=100-89.882\,2e^{-0.3220X}$。

根据表 2 第(1)、(3)、(8)栏作图(图 2)。

对数曲线拟合

对数曲线拟合(logarithmic curve fitting)是利用对数函数来拟合双变量实测数据，并用拟合的对数曲线来描述两变量的关系的方法。

对数函数的一般形式为：

$$Y=a+b\log_c X \qquad (1)$$

其中c为任意常数。当c=e时，此对数为自然对数，上式为$Y=a+b\ln X$；当c=10时，为常用对数，上式为$Y=a+b\lg X$。这是常用的两种对数曲线形式。

IgG含量与沉淀环直径对数曲线配合计算表

IgG含量(X) (1)	$x=\lg X$ (2)	x^2 (3)	沉淀环直径(Y) (4)	Y^2 (5)	xY (6)	$\hat{Y}=5.79617+5.31362\lg X$ (7)
0.875	−0.057 99	0.003 36	5.8	33.64	−0.336 34	5.488 02
1.75	0.243 04	0.005 91	7.1	50.41	1.725 58	7.087 58
3.5	0.544 07	0.296 01	8.6	73.96	4.679 00	8.687 40
5	0.698 97	0.488 56	9.4	88.36	6.710 11	9.510 23
7	0.845 10	0.714 12	10.2	104.04	8.620 02	10.286 70
10	1.000 00	1.000 00	10.9	118.81	10.900 00	11.109 79
12	1.079 18	1.164 63	11.3	127.69	12.194 73	11.530 53
	4.352 37	3.672 59	63.3	596.91	44.493 10	

拟合对数曲线时，可按下式来求得曲线方程中的a和b：

$$b=\frac{\sum xY-\frac{(\sum x)(\sum Y)}{n}}{\sum x^2-\frac{(\sum x)^2}{n}} \qquad (2)$$

$$a=\overline{Y}-b\overline{x} \qquad (3)$$

其中　$x=\lg_c X$。

例　某实验室在制作免疫球蛋白标准曲线中，测得IgG含量(μg)与沉淀环直径(mm)7对数据，见表第(1)、(4)栏，初步点图分析，IgG含量(X)与沉淀环直径(Y)可能呈对数曲线关系。试用对数曲线$Y=a+b\lg X$来拟合。

$$b=\frac{44.493\,10-\frac{4.352\,37\times 63.3}{7}}{3.672\,59-\frac{4.352\,37^2}{7}}=5.313\,62$$

$$a=\frac{63.3}{7}-5.313\,62\times\frac{4.352\,37}{7}=5.796\,17$$

$Y=5.796\,17+5.313\,62\,x=5.796\,17+5.313\,62\lg X$

根据表(1)、(7)栏作图。

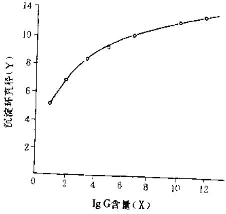


图 3　IgG含量与沉淀环直径对数曲线

IgG含量(X)与沉淀环直径(Y)之间联系用对数曲线描述，可认为合适，可从X值预测Y值大小

多项式曲线拟合

多项式曲线拟合(polynomial curve fitting)是对双变量实测数据用多项式曲线来拟合，以此描述两个变量间的关系，达到由一个变量预测或估算另一变量的目的。

多项式的一般形式为

$$Y=a+b_1X+b_2X^2+b_3X^3+\cdots+b_mX^m \quad (1)$$

等式右侧只有第一、二项时，为直线方程，加上b_2X^2项为二次曲线方程，再加上b_3X^3项为三次曲线方程，余类推。

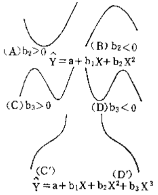


图1 几种常用的多项式曲线

图1是常见的几种多项式曲线。(A)和(B)是二次多项式曲线，亦称二次抛物线。当$b_2>0$时有一极小点，$b_2<0$时有一极大点。拟合所取的一段中也可能不包括极小点或极大点。(C)和(D)是三次多项式曲线，亦称三次抛物线。当$b_3>0$时，依次有一极大点和一极小点；$b_3<0$时，依次有一极小点和一极大点；拟合所取的一段并非一定包括曲线的全部特征。(C')和(D')是三次多项式曲线的消退型，无极大点和极小点，只有一个拐点。

表 pH值与蛋白凝固百分比抛物线配合计算表

溶液pH值(X) (1)	X^2 (2)	X^3 (3)	X^4 (4)	蛋白凝固百分比($\bar{Y}$) (5)	$X\bar{Y}$ (6)	$X^2\bar{Y}$ (7)	$\hat{Y}$ (8)
6.59	43.428 1	286.191 179	1 885.999 869 61	44.1	290.619	1 915.179 21	42.58
6.83	46.648 9	318.611 987	2 176.119 871 21	31.8	217.194	1 483.435 02	34.73
6.97	42.580 9	338.608 873	2 360.103 844 81	31.2	217.464	1 515.724 08	31.012
7.09	50.268 1	356.400 829	2 526.881 877 61	28.8	204.192	1 447.721 28	28.33
7.14	50.979 6	363.994 344	2 598.919 616 16	26.8	191.352	1 366.253 28	27.34
7.25	52.562 5	381.078 125	2 762.816 406 25	26.2	189.95	1 377.137 50	25.46
7.4	54.760 0	405.224 000	2 998.657 600 00	24.8	183.52	1 358.048 00	23.530
7.68	58.982 4	452.984 832	3 478.923 509 76	21.3	163.584	1 256.325 12	21.86
7.8	60.840 0	474.552 000	3 701.505 600 00	22	171.600	1 338.480 00	21.92
7.96	63.361 6	504.358 336	4 014.692 354 56	22.5	179.100	1 425.636 00	22.72
合计 72.71	530.412 1	3882.004 505	28 504.620 549 97	279.5	2 008.575	14 483.939 49	

随着多项式中X幂的升高，曲线形状亦越趋复杂。必要时，可采用逐步多项式回归，逐次增加其幂，至拟合最优时为止。但要注意，当按原始数据所作的观察点较少时，拟合多项式的幂也不能太高，否则由于自由度太小、曲线形状复杂而无实际意义。

多项式中的a值及各b值由下列方程组解得。

$$\begin{cases} na+(\sum X)b_1+\cdots+(\sum X^m)b_m=\sum Y \\ (\sum X)a+(\sum X^2)b_1+\cdots+(\sum X^{m+1})b_m=\sum XY \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ (\sum X^m)a+(\sum X^{m+1})b_1+\cdots+(\sum X^{2m})b_m=\sum X^mY \end{cases} \quad (2)$$

二次抛物线过极小点(或极大点)有一对称轴，曲线两侧对称。令二次多项式的一阶导数为0，可求得极小点(或极大点)的X值：

$$b_1+2b_2X=0$$

$$X=-b_1/2b_2 \quad (3)$$

例 在研究尿素引起蛋白质变性率受配度的影响的资料中，实验记录了pH值与蛋白凝固百分比(%)，见表第(1)、(5)栏，初步用点图分析，pH值(X)与蛋白凝固百分比($\bar{Y}$)呈抛物线关系。抛物线是二次曲线，即式(1)中$m=2$。试用抛物线$\bar{Y}=a+b_1X+b_2X^2$拟合实测数据。

根据方程组(2)得到

$$\begin{cases} 10a+72.71b_1+530.412\,1b_2=279.5 \\ 72.71a+530.412\,1b_1+3\,882.004\,505b_2=2\,008.575 \\ 530.412\,1a+3\,882.004\,505b_1+28\,504.625\,499\,7b_2 \\ \quad =14\,483.939\,49 \end{cases}$$

解上方程组得：

$a=983.399\,289$, $b_1=-248.952\,697\,7$, $b_2-16.113\,605\,7$

从而有$\hat{Y}=983.399\,289-248.952\,697\,7\,X+16.113\,605\,7X^2$，根据此式可计算出表1第(8)栏。

根据表中第(1)、(8)栏绘图(图2)。

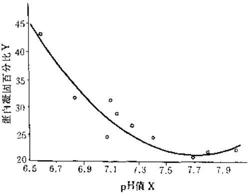


图2　pH值与蛋白凝固百分比抛物线

从表和图可以看出，实际数据用抛物线拟合，可认为适合。如果此例选用含有更高幂的x项，可使实际数据与此曲线更接近，但曲线形状随幂值增高而趋向形状复杂，不一定更能符合客观实际。

多项式曲线连续拟合

多项式曲线连续拟合(successive fitting of polynomials)是将同一数据从直线回归开始由低次到高次的一系列多项式曲线进行连续拟合，并对得到的一系列连续增加高幂项的多项式回归方程式按次作拟合优度比较，直到优度不再显著才停止，然后选出一个合适的表示X、Y之间关系的多项式曲线。如m次多项式优度不再显著，则比m低一次，即(m−1)次多项式回归可认为表示X、Y间关系的回归式，其步骤如下：

(1) 将成对的X、Y数据，用一般方法计算出直线回归方程和二次、三次等多项式回归方程式：

$$Y=a+b_1X+b_2X^2+\cdots \tag{1}$$

多项式曲线的拟合方法，见"多项式曲线拟合"条。

(2) 计算出各方程式的剩余平方和、先后两个方程式剩余平方和之差。

剩余平方和的计算方法是将每个X代入方程式得回归值$\hat{Y}$，用下式计算而得：

$$l_{Y\cdot X}=\sum(Y-\hat{Y})^2$$

或

$$l_{(Y\cdot X)i}=\sum(Y-\hat{Y}_i)^2 \tag{2}$$

i代表多项式的次数。自由度为$n-i-1$。直线回归式中，$i=1$。

先后两个多项式剩余平方和之差为：

$$d_i=l_{(Y\cdot X)i-1}-l_{(Y\cdot X)i}\text{，自由度为 }1 \tag{3}$$

当i为1，即$l_{(Y\cdot X)i}$为直线回归中剩余平方和时，$l_{(Y\cdot X)i-1}$用l_{YY}，即Y的离均差平方和代替。

(3) 将连续两个多项式剩余平方和之差d_i作F检验或t检验。

$H_0:\delta=0$。用下式计算F值：

$$F=\frac{l_{(Y\cdot X)i-1}-l_{(Y\cdot X)i}}{l_{(Y\cdot X)i}/(n-i-1)} \tag{4}$$

将F与F_α相比较，得是否显著的结果。如在$i=m$时不显著，采用$m-1$次的多项式回归。

例　某县血吸虫病疫区9岁以上人群皮内抗原试验阳性率调查资料如表1。

表1　各年龄组的血吸虫皮内抗原阳性率

年　龄	组中值(X)	阳性率(Y)
10—	12.5	2.904
15—	17.5	6.936
20—	22.5	12.833
25—	27.5	10.849
30—	32.5	19.225
35—	37.5	25.320
40—	42.5	37.802
45—	47.5	38.604
50—	52.5	35.535
55—	57.5	34.615
60—65	62.5	31.786

试确定一个适当次数的多项式。

(1) 用一般方法计算出直线回归方程式和二次、三次、四次多项式回归方程式(表2)，得

表2　从各多项式得到的回归值Y

X	Y	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$\hat{Y}_4$
12.5	2.904	12.806	−0.727	4.151	4.134
17.5	6.936	18.060	6.471	5.496	5.512
22.5	12.833	20.030	12.872	9.295	9.312
27.5	10.849	23.642	18.476	14.737	14.740
32.5	19.225	27.254	23.284	21.007	20.997
37.5	25.320	30.867	27.294	27.294	27.778
42.5	37.802	34.479	30.508	32.284	32.773
47.5	38.604	38.163	32.925	36.664	36.667
52.5	35.55	41.702	34.544	38.121	38.138
57.5	34.615	45.314	35.367	36.343	36 359
62.5	31.786	48.926	35.393	30.515	30.499

$\hat{Y}_1=3.776\,5+0.722\,4\,X$

$\hat{Y}_2=-22.208\,5+1.917\,8\,X-0.015\,9\,X^2$

$\hat{Y}_3=16.863\,4-2.172\,7\,X+0.106\,0X^2-0.001\,1X^3$

$\hat{Y}_4=16.437\,4-2.111\,5\,X+0.103\,0X^2-0.001\,0X^3+3.724\,9\times10^{-7}X^4$

(2) 计算出各方程式的剩余平方和$l_{Y\cdot X}=\sum(Y-\hat{Y}_i)^2$。先计算出从上列各方程式而得的回归值$\hat{Y}$，算出各个$l_{Y\cdot X}$。接着计算与上个剩余平方和之差(表3)。

表3 先后两个方程式剩余平方和之差

	Y	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$\hat{Y}_4$
$\sum(Y-\hat{Y}_i)^2$	1 763.307*	328.249	191.927	78.566	78.564
剩余平方和的减少		1 435.056	136.277	113.406	0.002
$\sum(Y-\hat{Y}_i)^2/(n-i-1)$		36.472	23.987	11.224	13.094

* 为$\sum(Y-\bar{Y})^2$，i为多项式最高项次数，n为样本含量，(n－i－1)为剩余平方和自由度

(3) 剩余平方和减少值的方差分析。在连续多项式各方程式中，每增加一个高次项，则剩余平方和损失一个自由度；即剩余平方和的减少值占一个自由度，它表示增加一个高次项后拟合精确度的增加。如果这增加值无显著性，说明新增一个高次项无必要。现将这增加值（即剩余平方和减少值）作F检验，见表4。

表4 剩余平方和减少值的方差分析

多项式最高指数i	1	2	3	4
剩余平方和减少值	1 435.056	136.277	113.406	0.002 0
剩余均方	36.472	23.997	11.224	13.094 0
F	59.800	5.678	10.104	0.000 1
$F(\alpha,1,n-i-1)$	5.120	5.320	5.540	5.990 0

从表4可以看出四次多项式（最高一项指数为4）已无必要，用三次多项式已可。

曲线拟合的优度

曲线拟合的优度就是成对的数据用一个曲线模型予以拟合时的符合的程度，也即应变量Y的实际观察值与通过所拟合的模型计算得到的相应估计值Y的接近程度。这一接近程度，可用决定系数来表示。

曲线拟合优度及其检验步骤如下：

决定系数的计算 有以下几种：

(1) 从曲线回归方程式计算出与各实际观察值Y相应的估计值$\hat{Y}$。计算出离均差平方和或算总平方和$SS_{总}$（$SS_{总}=\sum(Y-\bar{Y})^2$）和剩余平方和$SS_{剩余}$（$SS_{剩余}=\sum(Y-\hat{Y})^2$）。

(2) 计算出决定系数R^2：

$$R^2=1-\frac{SS_{剩余}}{SS_{总}}=1-\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2}$$

R^2愈接近1，表示Y与$\hat{Y}$愈接近，拟合优度高。

拟合优度的假设检验 曲线回归方程式的拟合常用直线化变换方法，这时拟合优度检验是较简单，可采用它的直线回归方程式进行方差分析，假设检验转化为直线回归方程式中回归系数的检验，即原假设$H_0:\beta=0$；备择假设$H_1:\beta\neq0$。

(1) 将原始数据用直线化方法作曲线拟合，因而拟合过程中可得直线回归方程式：

$$y=a+bx$$

上式中，x，y是直线回归中的一对变量，至少其中之一为原来变量的变换后的新变量，b为它的回归系数。从变量x，y，计算出y的总平方和$SS_{总}$，回归平方和$SS_{回归}$及剩余平方和$SS_{剩余}$。

$$SS_{总}=\sum(y-\bar{y})^2$$
$$SS_{回归}=\sum(\hat{y}-\bar{y})^2$$
$$SS_{剩余}=\sum(y-\hat{y})^2$$

(2) 作直线回归的方差分析。原假设为$H_0:\beta=0$。从上一步所得数据，按表1作方差分析。

表1 直线回归方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F
回归	$SS_{回归}$	1	$MS_{回归}=\frac{SS_{回归}}{1}$	$F=\frac{MS_{回归}}{MS_{剩余}}$
剩余	$SS_{剩余}$	n－2	$MS_{剩余}=\frac{SS_{剩余}}{n-2}$	
总	$SS_{总}$	n－1		

表1中，n为样本含量，所得的F值，与F临界值表中$F_{\alpha(1,n-2)}$相比，从P是否小于0.05，得拒绝或接受原假设H_0的结论。

如果结论为拒绝原假设H_0，即表示回归系数b是显著的，也即表示，所用的曲线模型对实测数据的拟合是适合的。

拟合优度的比较 当一个有双变量的资料用两个不同类型的曲线模型来描述X、Y关系，可得到两个曲线回归方程式。两个曲线方程式哪一个更适合原数据，可比较它们的决定系数，决定系数的数值较大的一般认为更合适。

例 在条目“指数曲线拟合”中的例1。

用指数曲线$\hat{Y}=0.34069e^{0.07599X}$拟合15—55岁男性高血压年龄患病率，试求其决定系数（R^2）并进行拟合优度的显著性检验。

$$\sum(Y-\hat{Y})^2=(0.78-1.287\,9)^2+(2.19-1.883\,2)^2+\cdots+(13.38-12.588\,0)^2+(18.49-18.406\,3)^2=2.700\,213$$

$$\sum(Y-\bar{Y})^2=\sum Y-\frac{(\sum Y)^2}{n}=650.675-\frac{55.37^2}{8}=267.445\,387\,5$$

$$R^2=1-\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2}=1-\frac{2.700\,213}{267.445\,387\,5}=0.989\,9$$

由于直线化过程中，作了y＝lnY的变换。得直线回归方程式：

$$\hat{y}=-1.076\,78+0.075\,99X，故有$$

$$\bar{y}=(0.248\,5+0.783\,9+\cdots+2.593\,8+2.917\,2)/8=1.582\,875$$

$$SS_{回归}=\sum(\hat{y}-\bar{y})^2=(0.253\,045-1.582\,875)^2+(0.632\,995-1.582\,875)^2+\cdots+(2.532\,745-1.582\,875)^2+(2.912\,695-1.582\,875)^2=6.063\,204$$

X	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	52.5
$\hat{y}$	0.253 045	0.632 995	1.012 945	1.392 895	1.772 845	2.152 795	2.532 745	2.912 695

$$SS_{总}=\sum(y-\bar{y})^2=\sum y^2-\frac{(\sum y)^2}{n}=26.2104-\frac{12.663^2}{8}$$

$$=6.166\ 454$$

$$SS_{剩余}=SS_{总}-SS_{回归}=0.103\ 25$$

表2 方差分析表(检验$H_0:\beta=0$)

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
回　归	6.063 204	1	6.063 204	3 523.070 3	<0.01
剩　余	0.103 25	6	0.001 721		
总变异	6.166 454	7			

$F_{(1,6)0.01}=13.7$

由于表2F检验极显著，故用指数曲线来拟合这批数据是合适的。

logistic曲线拟合

logistic曲线拟合(logistic curve fitting)是对双变量实测数据用一个对称于拐点的S形的曲线(称为logistic曲线，图1)来进行拟合，并用所拟合的曲线回归式来描述两变量的关系。logistic 曲线方程式为

$$Y-L=\frac{K}{1+ae^{bX}} \tag{1}$$

式中X、Y为一对变量，K、L是这条曲归线的上、下两条渐近线的纵坐标。a、b为所拟合的曲线的常数，e为自然对数的底。

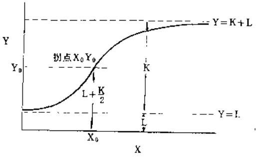


图1　logistic曲线

式(1)的拐点X_0Y_0，在此曲线的$\left(-\frac{\ln a}{b},\frac{K}{2}+L\right.$处)，也即在上、下两渐近线相隔的中间。

拟合的方法，一般将式(1)通过变量变换后得到直线式，用直线化法拟合。由式(1)，可得

$$\frac{K}{Y-L}=1+ae^{bX}$$

$$\frac{K-(Y-L)}{Y-L}=a\cdot e^{bX}$$

$$\ln\frac{K-(Y-L)}{Y-L}=\ln a+bX \tag{2}$$

以$Z=\ln\frac{K-(Y-L)}{Y-L}$对Y作变换，并使$A=\ln a$，则式(2)成为

$$Z=A+bX \tag{3}$$

拟合步骤：

(1) 将实测的成对X、Y值在方格纸上制散点图(图2)，根据各点趋向观察是否呈对称于拐点的S形状，并选定适当的K值与L值。

(2) 对Y作变换，得新变Z值

$$Z=\ln\frac{K-(Y-L)}{Y-L} \tag{4}$$

(3) 将各个(X、Z)值，点在方格纸上制图(图3)，观察是否呈直线趋势。如有弯曲，可用尝试法对K、L数值略作调整，使达到呈现直线趋势，得最后的K、L数值及新变量Z数值。

(4) 用一般直线回归方法得式(3)直线回归中的A与b值。logistic曲线中的a用下式得到：

$$a=e^A \tag{5}$$

最后可得如式(1)的logistic曲线。

例　某县1980—1984年15—85岁女性胃癌年龄别死亡率见表中第(2)、(3)列试将此资料用logistic曲线拟合。

胃癌年龄别死亡率(10万人口)拟合logistic曲线中间计算过程

年龄组	组中值(X)	胃癌年龄别死亡率(Y)	$Z=\ln\frac{220-Y}{Y}$	$\hat{Y}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15—	17.5	0.30	6.596 2	0.218
20—	22.5	0.70	5.747 1	0.477
25—	27.5	0.73	5.705 0	1.044
30—	32.5	3.36	4.166 2	2.277
35—	37.5	6.18	3.543 8	4.931
40—	42.5	15.13	2.605 6	10.530
45—	47.5	16.84	2.490 2	21.840
50—	52.5	26.69	1.980 0	42.815
55—	57.5	46.40	1.319 5	76.188
60—	62.5	79.26	0.574 1	118.218
65—	67.5	90.99	0.348 8	157.966
70—	72.5	173.59	−1.319 0	186.579
75—	77.5	214.42	−3.649 6	203.383
80—85	82.5	217.51	−4.465 4	212.096

(1) 将X、Y点在方格纸上，得图2。各点连线略呈S形。用目测法选定上下渐近线，得K=220，L=0。

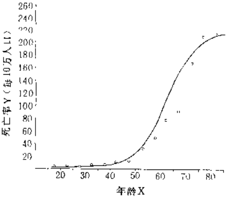


图2 某县各年龄组胃癌死亡率(1980—1984)

(2) 对Y按式(4)作变换,得各组的Z值,列于表的第4列。

(3) 将各个(X、Z)值在方格纸上制图如图3。各点呈现直线趋势。

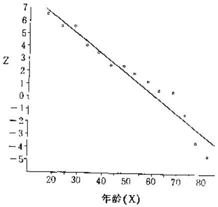


图3 各年龄组X与胃癌死亡率的变换值Y用直线回归拟合

(4) 将表中的X(第2列)、Z(第4列)作直线回归分析。得:

相关系数$r=0.9770$,

$A=9.6628$,从式(5)得$a=15\,721.75$,

$b=-0.1566$。

将a, b, L, K数值代入式(1),得

$$\hat{Y}=\frac{220}{1+15\,721.75e^{-0.1567X}}$$

从上式,计算出各年龄组的$\hat{Y}$值,列于表的第5列。

从以上计算得到的a、b值,可计算出拐点的X_0、Y_0值。

$$X_0=-\frac{\ln a}{b}=-\frac{9.6628}{-0.157}=61.5$$

$$Y_0=\frac{K}{2}+L=\frac{220}{2}+0=110$$

该条曲线在拐点处的Y值上升最快,即61岁前后,胃癌死亡率很快上升。

协方差分析

协方差分析(analysis of covariance)是把直线回归法与方差分析法结合起来的一种方法。当对两个或两个以上组的均数$\bar{Y}$作比较时,如果X(称协变量)在各组中的分布不平衡,而且对Y有影响,那么,各组$\bar{Y}$的不同可能是由于X的不平衡所致。为了排除这种可能,宜先作一个回归,求出取$\bar{X}$时各样本的修正均数$\bar{Y}_c$,再作各$\bar{Y}_c$差别的显著性检验。

例如,研究分别以两种饲料喂养的两组幼鼠的体重增加(Y)有否差别,而体重增加又与各个动物的进食量(X)有关。两组幼鼠的进食量在实验时未加控制,因此两组动物进食量不一定相同。在评价两种饲料本身对体重增加的作用,应考虑消除进食量不同的影响,分析出不同饲料营养价值。协方差分析就是用回归方法得出应变量Y(如体重增加)随协变量X(如进食量)而变化的回归方程式。进而计算出当进食量一致时(如都进食$\bar{X}$量)各个动物增加的体重($\bar{Y}$+残差),这个计算而得体重称为修正值Y_c。将各组动物的修正值用方差分析方法作比较。

协方差分析是以各对比组变量Y呈正态分布、方差齐性、回归系数相等为前提的。回归方程式限于线性,协变量X一般限于1—2个。

如果Y与X呈非线性关系、协变量多于2个,则可用非线性多元回归方程式来代替直线回归,计算出各组的修正值或残差值,用t检验或方差分析等方法进行检验。

分析时先用目测方法,观察X、Y之间是否呈直线回归关系。顺便观察一下,对比组之间协变量X是否平衡。并注意数据是否符合上述条件,如大致符合,可用下列步骤:

(1) 分别计算各组的X、Y变量之和$\sum X_i$、$\sum Y_i$(i表示第i组),平方和$\sum X_i^2$、$\sum Y_i^2$,乘积之和$\sum X_iY_i$。计算所有变量的总和值$\sum X$、$\sum Y$、$\sum XY$。

(2) 计算总变异的离均差平方和l_{XX}、l_{YY}及离均差乘积和:

$$l_{XX(总)}=\sum X^2-\frac{(\sum X)^2}{N} \quad (1)$$

$$l_{YY(总)}=\sum Y^2-\frac{(\sum Y)^2}{N} \quad (2)$$

$$l_{XY(总)}=\sum XY-\frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \quad (3)$$

式中N为各组样本含量的总和,$\sum X$、$\sum Y$、$\sum XY$为各组X、Y、XY的总和。它们的自由度为N−1。

(3) 计算各对比组间的离均差平方和、乘积和及其自由度:

$$l_{XX(组间)}=\sum_{i=1}^{k}\frac{(\sum X_i)^2}{n_i}-\frac{(\sum X)^2}{N} \quad (4)$$

$$l_{YY(组间)}=\sum_{i=1}^{k}\frac{(\sum Y_i)^2}{n_i}-\frac{(\sum X)^2}{N} \quad (5)$$

$$l_{XY(组间)}=\sum_{i=1}^{k}\frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n_i}-\frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \quad (6)$$

自由度 $=k-1$

式中 $\sum X_i$、$\sum Y_i$、$\sum X_iY_i$ 分别为第i组的变量之和与乘积和。n_i 为第i组样本含量，k为对比组的组数。

(4) 计算组内的离均差平方和、乘积和及其自由度：

$$l_{XX(组内)}=l_{XX(总)}-l_{XX(组间)} \quad (7)$$

$$l_{YY(组内)}=l_{YY(总)}-l_{YY(组间)} \quad (8)$$

$$l_{XY(组内)}=l_{XY(总)}-l_{XY(组间)} \quad (9)$$

自由度$_{(组内)}$ = 自由度$_{(总)}$ − 自由度$_{(组间)}$ = $N-k$。

(5) 计算总的、组内的剩余平方和 $\sum(Y-\hat{Y})^2$ 及其自由度：

$$总的剩余平方和=l_{YY(总)}-\frac{l_{XY(总)}^2}{l_{XX(总)}} \quad (10)$$

自由度 $=N-2$

$$组内剩余平方和=l_{YY(组内)}-\frac{l_{XY(组内)}^2}{l_{XX(组内)}}$$

自由度 $=N-k-1$ (11)

(6) 计算修正均数间的剩余平方和：

修正均数间剩余平方和＝总剩余平方和－组内剩余平方和， (12)

自由度 $=k-1$

(7) 计算F值：

$$F=\frac{修正均数间的剩余平方和/(k-1)}{组内剩余平方和/(N-k-1)} \quad (13)$$

查 $F_{0.05,(k-1),(N-k-1)}$ 值与F比较。如 $P<0.05$，得各对比组的修正均数有显著差别的结论。

(8) 如各对比组修正均数有显著差别，则作各组修正均数的两两比较。

先用下式算出各组修正值的均数 $\bar{Y}'_i$：

$$\bar{Y}'_i=\bar{Y}_i-b_c(\bar{X}_i-\bar{X}) \quad (14)$$

式中 $\bar{X}_i$、$\bar{Y}_i$ 为第i组X、Y的均数，$\bar{X}$ 为X的总均数。b_c 为公共回归系数：

$$b_c=l_{XY(组内)}/l_{XX(组内)} \quad (15)$$

得各组的修正均数后，作任两个修正均数 $\bar{Y}'_A$、$\bar{Y}'_B$ 的比较，可用q检验(Newman - Keuls检验)：

$$q=\frac{\bar{Y}'_A-\bar{Y}'_B}{\sqrt{\frac{组内剩余方差}{n_0}\left[1+\frac{l_{XX(组间)}}{(a-1)l_{XX(组内)}}\right]}} \quad (16)$$

式中 $\bar{Y}'_A$、$\bar{Y}'_B$ 为两组修正均数，组内剩余方差为式(11)中组内剩余平方和除其自由度。n_0 为每组平均含量，$l_{XX(组间)}$、$l_{XX(组内)}$ 得自式(4)、式(7)。a为对比的两组均数包含的组数(包括A、B两组在内)。q的临界值查附录四表20，计算所得的q值与之相比，即可得出结论。

例 男性Ⅰ期矽肺病人和健康工人的肺活量见表1(肺活量已对身高作校正)，请问答Ⅰ期矽肺病人的肺活量是否低于健康工人。

表1 Ⅰ期矽肺病人和健康工人的年龄和肺活量

	Ⅰ期矽肺		健康工人	
	年龄(X_1)	肺活量(Y_1)	年龄(X_2)	肺活量(Y_2)
	50	3 450	35	4 000
	53	3 430	38	3 750
	54	3 300	35	3 900
	48	3 800	52	3 400
	53	3 450	40	3 600
	55	3 250	33	4 100
	60	3 200	29	4 250
	50	3 600	37	3 850
	47	3 950	41	3 600
	62	3 200	50	3 600
	52	3 450	55	3 300
	63	3 150	60	3 200
$\sum X$	647		505	
$\sum Y$		41 230		44 550
$\sum X^2$	35 189		22 303	
$\sum Y^2$		142 329 900		166 537 500
$\sum XY$	2 210 390		1 841 900	
$\bar{X}$	53.9		42.1	
$\bar{Y}$		3 435.8		3 712.5

(1) 计算各变量之和 $\sum X$, $\sum Y$, 平方和 $\sum X^2$、$\sum Y^2$ 及积和 $\sum XY$，见表1下半部。

(2) 计算总变异的离均差平方和 l_{XX}, l_{YY}, 积和 l_{XY} 及自由度 ν_0 (表2)：

$$l_{XX}=\sum X^2-\frac{(\sum X)^2}{N}=57\,492-\frac{(1\,152)^2}{24}=2\,196$$

$$l_{YY}=\sum Y^2-\frac{(\sum Y)^2}{N}=308\,867\,400-\frac{(85\,780)^2}{24}=2\,275\,383$$

$$l_{XY}=\sum XY-\frac{\sum Y\sum X}{N}=4\,052\,290-\frac{(85\,780)(1\,152)}{24}$$

$$=-65\,150$$

$\nu=24-1=23$

再计算各处理组间的离均差平方和、积和及自由度(表2)：

组间：

$$l_{XX}=\sum\frac{(\sum X_i)^2}{n_i}-\frac{(\sum X)^2}{N}=\frac{647^2+505^2}{12}-\frac{(1\,152)^2}{24}=840$$

$$l_{YY}=\sum\frac{(\sum Y_i)^2}{n_i}-\frac{(\sum Y)^2}{N}=\frac{41\,230^2+44\,550^2}{12}$$

$$-\frac{(85\,780)^2}{24}=459\,266.7$$

$$l_{XY}=\sum\frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n_i}-\frac{(\sum X)(\sum Y)}{N}$$

$$=\frac{647\times41\,230+505\times44\,550}{12}-\frac{1\,152\times85\,780}{24}$$

$$=-19\,643.3$$

$\nu=2-1=1$

(3) 利用总的离差平方和、组间离差平方和求组内的离差平方和(表2)。

表2 表1资料的协方差分析

变异来源	离均差平方和及积和				剩　余		
	ν	l_{XX}	l_{XY}	l_{YY}	ν	$\Sigma(Y-\hat{Y})^2$	MS
总	23	2 196	−65 150	2 275 383	22	342 540.33	
组　间	1	840	−19 643.3	459 266.7			
组　内	22	1 356	−45 506.7	1 816 116.3	21	288 933.597	137 587
修正均数间					1	53 606.7	53 606.7

(4) 求剩余平方和$\Sigma(Y-\hat{Y})^2$，自由度ν，均方SM及F值(表2)：

总　$\Sigma(Y-\hat{Y})^2=2\,275\,383-\dfrac{(65\,150)^2}{2\,196}=342\,540.331$

$\nu=23-1=22$

组内　$\Sigma(Y-\hat{Y})^2=18\,161\,163-\dfrac{(45\,506.7)^2}{1\,356}=288\,933.597$

$\nu=22-1=21$

$MS=288\,933.597\div21=13\,758.7$

修正均数间：

$\Sigma(Y-\hat{Y})^2=342\,540.33-288\,933.6=53\,606.7$

$\nu=22-21=1$

$MS=53\,606.7/1=53\,606.7$

$F=53\,606.7\div13\,758.7=3.896$

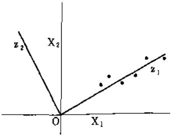
查F界值表(附录四表19)，$F_{0.05}(1,21)=4\,.\,32$因为，$F=3.896<F_{0.05}(1,21)$，所以$P>0.05$。说明在平衡了年龄之后，I期矽肺患者与健康工人的肺活量没有显著差别。

多变量统计

主成分分析

当用p个指标描述n个个体时，这些指标之间往往存在相关关系。在信息损失较少的前提下，由原指标综合成彼此独立数目较少的m(m≤p)个新的指标(主成分)，以代替原来的数目较多的p个指标的分析方法称为主成分分析(principal component analysis)。结合专业知识可逐个分析各主成分所代表的实际意义。

设有n个儿童，测得身高(X_1)及体重(X_2)两个指标。X_1与X_2高度相关。若以X_1为横轴，X_2为纵轴，用n个对象的数据作散点图。可以发现这些点散布在一条直线的近旁(见图)。若以此直线作为新坐标轴z_1，再取与z_1垂直的线作为新坐标轴z_2。在z_1、z_2平面上，由n个点的分布可见，z_2值不随z_1值的变化而变化，即z_1和z_2不相关；而且n个点的变异主要反应在z_1方向上，这些点的z_2值变化很小。所以，研究这几个对象的变异，可以只考虑z_1值的大小，而忽略z_2值的差异。由图可见，z_1值大的儿童一般其身高体重数值都大，z_1值小则相反，因而z_1值综合了儿童身高和体重两个指标，表示了儿童的大小。而这些儿童的



两指标主成分分析示意图

z_2大小都差不多，且z_1的大小与z_2的大小无关。统计学上称z_1为X_1、X_2的第一主成分，z_2为X_1、X_2的第二主成分。这种分析方法为主成分分析法。

一般对n个对象观测p个指标，可以得到np个数据。如表1所示。只要p个指标间存在相关关系，就可以通过一定的数学方法找到一组新指标$z_1\cdots z_p$，它们满足：

(1) z_1，…，z_p是原指标的线性函数，且它们相互

垂直。

(2) $z_1, \cdots, z_p$互不相关。

(3) $z_1, \cdots, z_p$提供原指标所含的全部信息，且z_1提供的信息最多，z_2其次，……z_p最少。

主成分分析可分为R型及Q型两种。按指标研究主成分时为R型主成分分析。按个体研究主成分则为Q型主成分分析。其中以R型主成分分析比较常用。

计算步骤如下：

(1) 收集数据列成表1形式。

表1 原始数据表

对象号	指标			
	X_1	X_2	…	X_p
1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2p}
…	…	…	…	…
n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{np}

(2) 作标准化变换：

$$y_i=\frac{X_i-\bar{X}_i}{S_i} \quad (i=1,\cdots,p) \quad (1)$$

(3) 计算相关系数$r_{ij}(i=1\cdots p; j=1\cdots p)$：

$$r_{ij}=\frac{\sum y_i y_j}{n-1} \quad (2)$$

(4) 求方程

$$\begin{vmatrix} r_{11}-\lambda & r_{12} & \ldots r_{1p} \\ r_{21} & r_{22}-\lambda & \ldots r_{2p} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \ldots r_{nn}-\lambda \end{vmatrix}=0 \quad (3)$$

的p个根，即特征根，且将它们从大到小排列

$$\lambda_1 \geqslant \lambda_2 \cdots \geqslant \lambda_p$$

(5) 求特征向量l_{ij}及各主成分$z_1 \cdots z_p$

$$\text{解}\begin{cases} r_{11}l_{11}+r_{12}l_{12}+\cdots+r_{1p}l_{1p}=\lambda_1 l_{11} \\ r_{21}l_{11}+r_{22}l_{12}+\cdots+r_{2p}l_{1p}=\lambda_1 l_{12} \\ \vdots \qquad\qquad \vdots \\ r_{p1}l_{11}+r_{p2}l_{12}+\cdots+r_{pp}l_{1p}=\lambda_1 l_{1p} \\ l_{11}^2+l_{12}^2+\cdots+l_{1p}^2=1 \end{cases} \quad (4)$$

得$l_{11}, l_{12}, \cdots, l_{1p}$，则第一主成分为

$$z_1=l_{11}y_1+\cdots+l_{1p}y_p$$

且$s_{z_1}^2=\lambda_1$

(6) 再解方程组

$$\begin{cases} r_{11}l_{21}+r_{12}l_{22}+\cdots+r_{1p}l_{2p}=\lambda_2 l_{21} \\ r_{21}l_{21}+r_{22}l_{22}+\cdots+r_{2p}l_{2p}=\lambda_2 l_{22} \\ \vdots \qquad\qquad \vdots \\ r_{p1}l_{21}+r_{p2}l_{22}+\cdots+r_{pp}l_{2p}=\lambda_2 l_{2p} \\ l_{21}^2+l_{22}^2+\cdots+l_{2p}^2=1 \\ l_{11}l_{21}+l_{12}l_{22}+\cdots+l_{1p}l_{2p}=0 \end{cases} \quad (5)$$

得$l_{21}, l_{22} \cdots l_{2p}$，则第二主成分为

$$z_2=l_{21}y_1+\cdots+l_{2p}y_p$$

且$s_{z_2}^2=\lambda_2$

(7) 解下列方程：

$$\begin{cases} r_{11}l_{31}+r_{12}l_{32}+\cdots+r_{1p}l_{3p}=\lambda_3 l_{31} \\ r_{21}l_{31}+r_{22}l_{32}+\cdots+r_{2p}l_{3p}=\lambda_3 l_{32} \\ \vdots \qquad\qquad \vdots \\ r_{p1}l_{31}+r_{p2}l_{32}+\cdots+r_{pp}l_{3p}=\lambda_3 l_{3p} \\ l_{31}^2+l_{32}^2+\cdots+l_{3p}^2=1 \\ l_{11}l_{31}+l_{12}l_{32}+\cdots+l_{1p}l_{3p}=0 \\ l_{21}l_{31}+l_{22}l_{32}+\cdots+l_{2p}l_{3p}=0 \end{cases} \quad (6)$$

得$l_{31}, l_{32} \cdots l_{3p}$，则第三主成分为

$$z_3=l_{31}y_1+\cdots+l_{3p}y_p$$

且 $s_{z_3}^2=\lambda_3$

(8) 依此求第四、五……主成分。

(9) 最后得$l_{p1}, l_{p2} \cdots l_{pp}$，则第p个主成分为

$$z_p=l_{p1}y_1+\cdots+l_{pp}y_p$$

且 $s_{z_p}^2=\lambda_p$

(10) 求主成分的贡献率。指标所提供的信息量可由方差度量。标准化后（为消除单位影响）原指标所提供的信息量为

$s_{y_1}^2+s_{y_2}^2+\cdots+s_{y_p}^2=p$。$z_i(i=1,\cdots,p)$所提供的信息量为

$$s_{z_i}^2=\frac{\sum(z_i-\bar{z}_i)^2}{n-1} \quad (7)$$

因$\bar{z}_i=0$，所以

$$s_{z_i}^2=\frac{\sum z_i^2}{n-1} \quad (8)$$

将每个体的z_i值代入求z_i的公式求得各z_i值，再由式(8)求得各$s_{z_i}^2$值。同样可得

$$\sum s_{z_i}^2=\sum \lambda_i=p \quad (9)$$

统计上称

$\frac{\lambda_i}{p}$ $(i=1\cdots p)$为第i个主成分的贡献率。

$\sum_{i=1}^{m}\frac{\lambda_i}{p}$表示前m个主成分的累计贡献率

由于前面的n个主成分贡献率较大，说明仅少数几个主成分已提供了绝大部分的信息。这样就可以以少量的主成分来描述个体特征而损失很少的信息。

主成分分析的实际意义是，如以身高(X_1)及体重(X_2)资料作主要成分分析，并得第一主成分两个系数都是正的，说明z_1表示了儿童的大小，z_1越大则儿童越高越重。z_2的第一个系数（体重）是负的，第二个系数是正的，则表示第二主成分越大，儿童越瘦长。且$s_{z_1}^2$远远大于$s_{z_2}^2$，表示儿童大小之间差异较大，而体型差异不大。多指标分析时也一样，要根据各主成分中系数的正负号及数值大小，再结合业务知识，判断各主成分的实际意义。

例 某防疫站对该地区72名14岁男生检测了下列12个指标，试对他们生长发育状况作出综合评价。

表2 12项指标的含义

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
体重	小腿长	身高	性征指数	上肢长	肺活量
X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
盆宽	握力	肩宽	坐高	臂围	胸围

运算结果得：

$\lambda_1=8.4158$；

$\lambda_2=0.9092$；

$\vdots$

$\lambda_2=0.0275$；

$\sum\lambda_i=12$；

第一主成分$z_1=0.3295y_1+0.1968y_2+0.3098y_3+0.2432y_4+0.2701y_5+0.2791y_6+0.2983y_7+0.2965y_8+0.3180y_9+0.2982y_{10}+0.2830y_{11}+0.3160y_{12}$

第二主成分$z_2=-0.1308y_1+0.6449y_2+0.3238y_3-0.0755y_4+0.4016y_5-0.1752y_6+0.0198y_7-0.0192y_8-0.0619y_9+0.2025y_{10}-0.4019y_{11}-0.2265y_{12}$

第一主成分的贡献率$=\frac{\lambda_1}{p}=\frac{8.4158}{12}=70.13\%$

第二主成分的贡献率$=\frac{0.9092}{12}=7.58\%$

此两主成分的累积贡献率$=\frac{\lambda_1+\lambda_2}{p}=70.13\%+7.5\%=77.63\%$

第一主成分的各y_i系数都是正值，且数值较接近，说明实测指标值越大第一主成分z_1也越大。所以第一主成分z_1是反映机体发育大小的综合指标。第二主成分中系数绝对值较大的有y_2、y_3、y_5、y_{10}、y_1、y_6、y_{11}、y_{12}。其中前面4个指标主要反映身高和肢体长度，其系数为正；后面4个指标主要反映体重和人体宽度，其系数为负，所以瘦高者第二主成分z_2较大，矮胖者z_2较小。z_2反映整体发育的匀称程度。

用第一、二主成分将72名14岁男学生划分成15种发育状态结果如表3。

表3 主成分体型分类表

		z_2		
		<−1(粗)	−1−(匀)	1−(细)
	<−6	0	1	0
	−6−	2	6	1
z_1	−3−	9	37	4
	3−	0	7	5
	6−	0	0	0

据此主成分分析结果，可根据个别儿童的12个指标测定值计算相应z_1-z_2值。且由z_1及z_2值评价该儿童机体发育大小和匀称的情况。

因子分析

在多变量分析中，常可见到一些变量之间存在相关。这可能是由于存在不能直接测到，但影响可测到变量的变化的潜在因子所致。因子分析(factor analysis)是对一些不能直接测定的特性(或概念)用与之有关指标的共性部分即公共因子(common factor)，作出间接测定的分析方法。因子分析最早用于教育学、心理学方面的研究。如教师可从各门课程不同类型试题测验成绩了解学生的"理解能力"、"灵活应用能力"、"知识水平"等。但"理解能力"等特性(概念)难以直接测定。因子分析就是根据一些变量X_1，$X_2\cdots$(相当于各试题成绩)来得到潜在因子(公共因子)f_1、$f_2\cdots$(如"理解能力"，"灵活应用能力"…)的统计方法。

设有p个变量$X_1,X_2\cdots X_p$，由m个公共因子f_1，$f_2\cdots f_m$支配，则相应的因子分析模型为

$$X_1=a_{11}f_1+a_{12}f_2+\cdots+a_{1m}f_m+\varepsilon_1$$
$$X_2=a_{21}f_1+a_{22}f_2+\cdots+a_{2m}f_m+\varepsilon_2$$
$$\cdots\cdots$$
$$X_p=a_{p1}f_1+a_{p2}f_2+\cdots+a_{pm}f_m+\varepsilon_p \qquad (1)$$

其中公共因子$f_1\cdots f_m$是均值为0，方差为1的相互独立的正态变量。f_i与$\varepsilon_1\cdots\varepsilon_p$也是独立的$(i=1\cdots m)$。$\varepsilon_i$为各$X_i$所特有，称为特殊因子(specific factor)。

a_{ij}为X_i在f_j上的载荷，它反映f_j对X_i的影响。通过a_{ij}的符号与绝对值大小，结合专业知识可了解公共因子的实际意义。

每个变量X_i的方差为

$$V_{xi}=a_{i1}^2+\cdots+a_{im}^2+V_{\varepsilon i} \qquad (2)$$

公共因子$f_1\cdots f_m$引起X_i变异的部分称为共性方差h_i^2

$$h_i^2=a_{i1}^2+a_{i2}^2+\cdots+a_{im}^2 \qquad (3)$$

$V_{\varepsilon i}$是特殊因子引起X_i变异的部分。记为$\sigma_i^2(i=1\cdots p)$。

载荷a_{ij}的计算较复杂，可通过主成分分析或最大似然法求得。这里主要介绍主成分分析法。

主成分分析法作因子分析的步骤：

(1) 对原始数据X_i'作标准化变换：

$$X_i=\frac{X_i'-\bar{X}_i'}{S_i'} \qquad (4)$$

(2) 作主成分分析：这一步骤包括求出特征根值(λ_i)、贡献率及累计贡献率及特征向量l_{ij}。

(3) 根据累积贡献率达到足够大的原则确定m值。

(4) 求出因子载荷a_{ij}：用下式可得a_{ij}，

$$a_{ij}=\sqrt{\lambda_i}\,l_{ji} \qquad (5)$$

(5) 方差最大正交旋转(maximan orthogonal rotation)：由于主成分分析是对观察总变异贡献最大出发，依次寻找主成分，所以各观察变量在由主成分分析出发所得的公共因子上的载荷往往较均匀。因此，有时难以

解释这些公共因子的实际意义,也就不能用这种公共因子解决实际问题,这时希望另找其他有意义的公共因子。在数学上,满足因子分析模型即式(1),要求的公共因子不是唯一的,且只要旋转初始公共因子就可获得一组新的公共因子。旋转的方法有多种,最常用的是方差最大正交旋转法。

方差最大正交旋转变换是使公共因子的相对载荷平方(a_{ij}^2/h_i)的方差之和达到最大,且保持原公共因子正交性及共性方差总和不变的旋转变换。计算步骤非常复杂,都必须利用计算机完成。下面仅以2个公共因子的情况为例说明旋转变换的一般步骤和实际意义,计算方法如下:①求各变量的共性方差h_i^2。②计算A、B、C、D四个数值(可列表计算,如表4):

$$y_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sqrt{h_i^2}} \tag{6}$$

$$Q_i=y_{i1}^2-y_{i2}^2 \tag{7}$$

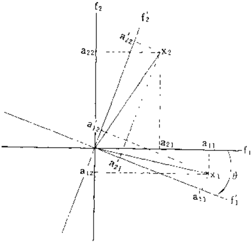
$$\varepsilon_i=2y_{i1}\cdot y_{i2} \tag{8}$$

$$A=\sum Q_i \tag{9}$$

$$B=\sum\varepsilon_i \tag{10}$$

$$C=\sum(Q_i^2-\varepsilon_i^2) \tag{11}$$

$$D=\sum 2Q_i\varepsilon_i \tag{12}$$



方差最大正交旋转变换示意图

③求旋转角θ:

$$\theta=\frac{1}{4}\mathrm{tg}^{-1}\left[\frac{D-2AB/p}{C-(A^2-B^2)/p}\right] \tag{13}$$

④旋转结果如图示(图)。

有了旋转角θ,即可求出各变量X_i在旋转后的公共因子f_i上的载荷a'_{ij}:

$$a'_{i1}=a_{ij}\cos\theta+a_{i2}\sin\theta \tag{14}$$

$$a'_{i2}=-a_{i1}\sin\theta+a_{i2}\cos\theta \tag{15}$$

并由此列出因子分析模型:

$$X_i=a'_{i1}f'_1+a'_{i2}f'_2+\cdots+\varepsilon_i \tag{16}$$

(6)因子得分:因子分析所得到的各公共因子f_i的取值称为公共因子得分。公共因子不能直接观测,它的数值只能借助于可观测的变量来求得。为将公共因子表达成可观测变量的函数,可用线性代数方法解决。具体做法为对$i=1,2\cdots m$解方程组:

$$\begin{cases} c_{i1}r_{11}+c_{i2}r_{21}+\cdots+c_{ip}r_{p1}=a_{i1} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ c_{i1}r_{1p}+c_{i2}r_{2p}+\cdots+c_{ip}r_{pp}=a_{pi} \end{cases} \tag{17}$$

得到c_{i1}、$c_{i2}\cdots c_{ip}$,则

$$f_i=c_{i1}X_1+c_{i2}X_2+\cdots+c_{ip}X_p \tag{18}$$

式(18)即为所求函数式。

由c_{ij}的符号与绝对值大小,结合业务即可判断各公共因子的意义。

例 随机抽取44名13—15岁男性少年生长发育指标,资料如表1所示。试用因子分析法寻找影响身高(X'_1)、坐高(X'_2)、肩宽(X'_3)及盆宽(X'_4)的公共因子。

表1 44名男孩四项指标测定值

编号	X'_1 身高(cm)	X'_2 坐高(cm)	X'_3 肩宽(cm)	X'_4 盆宽(cm)
1	140	74	29	22
2	139	75	30	22
……				
44	141.5	76	28.5	22
$\bar{X}'$	136.9	73.8	28.0	21.1
S'	5.8	3.5	1.7	1.6

计算步骤如下:

(1) 根据式(4),对原始数据作标准化变换。

(2) 作主成分分析(见"主成分分析"条),结果如表2。

表2 四指标的特征根值、特征向量和贡献率

i	特征根值	贡献率	累计贡献率	特征向量			
				l_{i1}	l_{i2}	l_{i3}	l_{i4}
1	2.4058	0.6014	0.6014	0.5882	0.5997	0.5033	0.2026
2	0.9403	0.2351	0.8365	−0.1170	−0.1445	−0.0852	0.9789
3	0.5229	0.1307	0.9672	−0.4253	−0.2943	0.8556	−0.0198
4	0.1310	0.0328	1.0000	0.6778	−0.7300	0.0855	0.0193

(3) 根据累计贡献率达到足够大的原则，则m=2时累计贡献率即达0.836 5，故取m=2。按式(5)求a_{ij}，如

$a_{11}=\sqrt{\lambda_1}l_{11}=\sqrt{2.405\,8}\times0.588\,2=0.912\,3$

$a_{12}=\sqrt{\lambda_2}l_{21}=\sqrt{0.940\,3}\times(-0.117\,0)=-0.113\,5$

……

则共性方差为：

$h_1^2=a_{11}^2+a_{12}^2=0.912\,3^2+(-0.113\,5)^2=0.832\,3+0.012\,9=0.845\,2$

$h_2^2=a_{21}^2+a_{22}^2=0.930\,2^2+(-0.140\,1)^2=0.865\,3+0.019\,6=0.884\,9$

$h_3^2=a_{31}^2+a_{32}^2=0.780\,7^2+(-0.082\,6)^2=0.609\,5+0.006\,8=0.616\,3$

$h_4^2=a_{41}^2+a_{42}^2=0.314\,2^2+0.949\,2^2=0.098\,7+0.901\,0=0.999\,7$

由$h_1^2=0.845\,2$，说明X_1的变异有84.52%由公共因子所引起，同样可说明其他变量由公共因子引起的变异的大小。由此可得，除X_3外，其他三个变量的变异绝大部分受公共因子支配。

(4) 为研究各公共因子的意义，将各a_{ij}^2列表(表3)

表3 各a_{ij}^2数值表

i	a_{i1}^2	a_{i2}^2
1	0.832 3	0.012 9
2	0.865 3	0.019 6
3	0.609 5	0.006 8
4	0.098 7	0.901 0

由表3可见X_1、X_2及X_3变化中主要由f_1引起，而X_4的变化主要由f_2引起。因为f_1的作用都是正的，而f_2对X_1、X_2及X_3的作用是负的，对X_4则是正的。根据业务知识可初步考虑f_1主要与生长有关，而X_4可能与发育有关。

本例公共因子意义已经比较明确，为说明旋转方法，仍以本例为例进行变换。其步骤如下。

(1) 求多变量的共性方差h_i^2：

$h_1^2=0.8452$，$h_2^2=0.8452$，$h_3^2=0.6163$，$h_4^2=0.9997$。

(2) 列表计算A、B、C、D(表4)。

表4 A、B、C、D计算表

j	y_{1j}	y_{2j}	y_{3j}	y_{4j}	ε
1	0.992 3	0.988 8	0.994 4	0.314 2	
2	−0.123 5	−0.148 9	−0.105 2	0.949 3	
$Q_i=y_{i1}^2-y_{i2}^2$	0.969 4	0.955 6	0.977 8	−0.802 4	2.100 4(A)
$\varepsilon_i=2y_{i1}y_{i2}$	−0.245 0	−0.294 5	−0.209 2	0.596 5	−0.152 0(B)
$Q_i^2-\varepsilon_i^2$	0.879 9	0.826 4	0.912 3	0.288 0	2.906 6(C)
$2Q_i\varepsilon_i$	−0.475 1	−0.562 8	−0.409 1	−0.957 3	−2.404 3(D)

由式(6)

$y_{11}=a_{11}/\sqrt{h_1^2}=0.912\,3/\sqrt{0.845\,2}=0.992\,3$

$y_{12}=a_{12}/\sqrt{h_1^2}=-0.113\,5/\sqrt{0.845\,2}=-0.123\,5$

$y_{21}=a_{21}/\sqrt{h_2^2}=0.930\,2/\sqrt{0.884\,9}=0.988\,8$

由式(7)

$Q_1=y_{11}^2-y_{12}^2=0.992\,3^2-(-0.123\,5)^2=0.969\,4$

$Q_2=y_{21}^2-y_{22}^2=0.988\,8^2-(-0.148\,9)^2=0.955\,6$

由式(8)

$\varepsilon_1=2y_{11}y_{12}=2\times0.993\,2\times(-0.123\,5)=-0.245\,0$

$\varepsilon_3=2y_{31}y_{32}=2\times0.994\,4\times(-0.105\,2)=-0.209\,2$

由式(9)－(12)

$A=\sum Q_i=0.969\,4+0.955\,6+0.977\,8+(-0.802\,4)=2.100\,4$

$B=\sum\varepsilon_i=(-0.245\,0)+(-0.294\,5)+(-0.209\,2)+0.596\,5=-0.152\,0$

$C=\sum(Q_i^2-\varepsilon_i^2)=0.879\,9+0.826\,4+0.912\,3+0.288\,0=2.906\,6$

$D=\sum 2Q_i\varepsilon_i=(-0.475\,1)+(-0.562\,8)+(-0.409\,1)+(-0.957\,3)=-2.404\,3$

(3) 根据式(13)求旋转角θ：

$$\theta=\frac{1}{4}\mathrm{tg}^{-1}\left[\frac{-2.404\,3-2\times2.100\,4\times(-0.152\,0)/4}{2.906\,6-[2.100\,4^2-(-0.152\,0)^2]/4}\right]$$

$$=\frac{1}{4}(-51.127\,3^\circ)=-12.781\,8^\circ$$

旋转结果如图所示。

(4) 根据式(14)和(15)求各变量X_i在旋转后的公共因子f_j'上的载荷a_{ij}'：

$a_{11}'=a_{11}\cos\theta+a_{12}\sin\theta$

$=0.912\,3\cos(-12.781\,8^\circ)+(-0.113\,5)\sin(-12.781\,8^\circ)$

$=0.914\,8$

$a_{12}'=-a_{11}\sin\theta+a_{12}\cos\theta$

$=-0.912\,3\sin(-12.781\,8^\circ)+(-0.113\,5)\cos(-12.781\,8^\circ)$

$=0.091\,2$

旋转后的因子分析模型为

$X_1=0.914\,8f_1'+0.091\,2f_2'+\varepsilon_1$

$X_2=0.938\,1f_1'+0.069\,2f_2'+\varepsilon_2$

$X_3=0.779\,6f_1'+0.092\,2f_2'+\varepsilon_3$

$X_4=0.096\,4f_1'+0.995\,2f_2'+\varepsilon_4$

本例经旋转后因子载荷的变化不大，虽然第二公共因子载荷在符号上有所变化，但都属很小数值，说明旋转作用不大。

公共因子得分

例中$r_{11}=1$，$r_{12}=0.865\,1$，$r_{13}=0.538\,8$，$r_{14}=0.181\,6$，$r_{22}=1$，$r_{23}=0.598\,1$，$r_{24}=0.164\,2$，$r_{33}=1$，$r_{34}=0.157\,8$，$r_{44}=1$

$a_{11}'=0.914\,8$，$a_{21}'=0.938\,1$，$a_{31}'=0.779\,6$，$a_{41}'=0.096\,4$

$a_{12}'=0.091\,2$，$a_{22}'=0.069\,2$，$a_{32}'=0.092\,2$，$a_{42}'=0.995\,2$

由式(17)解方程组

$$\begin{cases} c_{11}+c_{12}(0.8651)+c_{13}(0.5388)+c_{14}(0.1816)=0.9148 \\ c_{11}(0.8651)+c_{12}+c_{13}(0.5981)+c_{14}(0.1642)=0.9381 \\ c_{11}(0.5388)+c_{12}(0.5981)+c_{13}+c_{14}(0.1578)=0.7796 \\ c_{11}(0.1816)+c_{12}(0.1642)+c_{13}(0.1578)+c_{14}=0.0964 \end{cases}$$

得 $c_{11}=0.3970, c_{12}=0.4096, c_{13}=0.3558, c_{14}=-0.0959$

所以

$$f_1=0.3970X_1+0.4096X_2+0.3358X_3-0.0959X_4$$

又解方程组

$$\begin{cases} c_{21}+c_{22}(0.8651)+c_{23}(0.5388)+c_{24}(0.1816)=-0.0912 \\ c_{21}(0.8651)+c_{22}+c_{23}(0.5981)+c_{24}(0.1642)=0.0692 \\ c_{21}(0.5388)+c_{22}(0.5981)+c_{23}+c_{24}(0.1578)=-0.0922 \\ c_{21}(0.1816)+c_{22}(0.1642)+c_{23}(0.1578)+c_{24}=0.9952 \end{cases}$$

得 $c_{21}=-0.0336, c_{22}=0.05995, c_{23}=-0.0137,$

$c_{24}=1.01328$

所以

$$f_2=-0.0336X_1-0.05995X_2-0.0137X_3+1.01328X_4$$

如以第一个男孩数据标准化后为例：

$$X_1=\frac{140-136.9}{5.8}=0.53$$

$$X_2=\frac{74-73.8}{3.5}=0.06$$

$$X_3=\frac{29-28}{1.7}=0.58$$

$$X_4=\frac{22-21.1}{1.6}=0.56$$

相应的第一公共因子得分

$$f_1=0.3970\times0.53+0.4096\times0.06+0.3358\times0.58-0.0959\times0.56=0.3760$$

第二公共因子得分

$$f_2=-0.0336\times0.53-0.05995\times0.06-0.0137\times0.58+1.01328\times0.56=0.5381$$

说明该男孩“生长”的公共因子得分为0.3760，而“发育”的公共因子得分为0.5381。同样可以求得其他研究对象的公共因子得分。

聚类分析

聚类分析(cluster analysis)是根据事物之间某些特征的数值上的不同，进行归类(或分类)的多元统计方法。人们由于工作上的需要，常把研究对象分为若干类，以便分别研究、分别对待或分别处理。例如，人群常按年龄的不同，分为儿童、成人和老人三个类别，按性别分为男性、女性两类。把比较相似的对象归在同一类，使同类间的差别较小，类与类间差别较大，以聚类分出类型。对有n个个体，每一个体有m个指标的数据进行聚类分析时，先要确定作Q型还是R型聚类分析。

Q型聚类分析是对n个个体进行聚类，目的是将指标数值相似的个体归成一类。把全部n个个体根据研究工作者的需要分成几类。Q型聚类分析与判别分析都是处理被研究个体的归类问题，判别分析是以已知类别的个体数据作为依据，建立判别式，再对未知类别的个体作归类．而聚类分析则在没有个体类别信息的情况下，依靠个体的指标数据作出分类的多元统计方法。

R型聚类分析是对m个指标进行聚类，目的是在m个指标中，把相关(相似)程度高的指标聚成一类，在同一类的指标中选出一个指标作为这一类指标的代表性指标，就可将原来m个指标数目减少。R型聚类分析常用于作为其他多变量分析之前的一种准备性处理(或称预处理)。例如，在对一批数据进行多元回归分析时，如果有两个或多个自变量之间的相关程度较高，会造成回归系数不能求出，或得到的回归系数出现不稳定情况。这时可将作为自变量的指标先进行聚类，在各类中选一个有代表性的指标作为自变量，再作多元回归分析，这样就可避免上述现象。

在聚类分析时，确定了Q型聚类或R型聚类之后，再要决定选用哪一种距离指标，或哪一种相似指标作为聚类手段(或聚类指标)。

距离指标表示两个体间的直线距离作为聚类指标，常用的有平方根距离与绝对值距离。

平方根距离(d_{ij})即个体i与个体j之间的平方根距离，

$$d_{ij}=\sqrt{\sum_{k=1}^{m}(X_{ik}-X_{jk})^2} \qquad (1)$$

式中k=1,2…m，为各个指标的编号。两个点i、j的距离d_{ij}越小，表明相应的两个个体越相似，所以宜聚在同一类。

绝对值距离(d'_{ij})即个体i与个体j之间的绝对值距离，

$$d'_{ij}=\sum_{k=1}^{m}|X_{ik}-X_{jk}| \qquad (2)$$

相似指标是表示相似程度的聚类指标。计量资料的相似程度可用相关系数表示，

$$r_{ij}=\frac{l_{ij}}{\sqrt{l_{ii}l_{jj}}} \qquad (3)$$

式中l_{ii}，l_{jj}分别为X_i及X_j的离均差平方和，l_{ij}为X_i与X_j的离均差积和。

等级资料的相似程度可用列联系数表示。

对2×2表资料列联系数(或称点相关系数)为：

$$r_{ij}=\frac{ad-bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} \qquad (4)$$

对R×C表资料，可先求得χ^2值，再求列联系数P_{ij}：

$$P_{ij}=\sqrt{\frac{\chi^2}{n+\chi^2}} \qquad (5)$$

式中n为R×C表的总例数。

列联系数的绝对值在0到1之间。越接近1，则X_i与X_j之间越相似，宜聚在同一类；越接近0，则X_i与X_j之间越不相似，不宜聚在同一类。

常用的聚类方法有以下几种。

(1) 系统聚类法(凝聚方法)：将要聚类的对象(n个个体或m个指标)个数，看成已有N类(N=n，或N=m)，

然后把二个最相似的或距离最近的类别合并成一个新的类别，依次聚类，从N类聚为N－1类、从N－1类聚为N－2类，……一直聚成一个类别为止。如将这一聚类过程用图表示，这种图称为聚类过程图（见图）。根据所研究问题的需要决定分多少类别，得到每一类别包含的对象。

（2）分解方法：把全体对象看作一个类别，第一步将它一分为二，形成两个类别；第二步再将新类别分别一分为二各形成两个类别。重复这一步骤直到每个对象自成一类。对N个对象一分为二总共有$\frac{1}{2}\left[\binom{N}{1}+\binom{N}{2}+\cdots+\binom{N}{N-1}\right]=\frac{1}{2}(2^N-2)=2^{N-1}-1$种分法，当N很大时，分解方法的具体实现受到计算机容量的限制。

（3）逐个聚类法（动态聚类法）：开始将N个对象分成若干类，然后用某种最优准则逐个进行调整，直到不能调整为止。

（4）有序聚类法：N个对象按某种指标值大小排成次序，然后按距离聚类，聚成的类别必须是次序相邻的对象。此法只适用于个体聚类。

这里以系统聚类方法为例，介绍聚类分析的步骤如下：

（1）确定是Q型还是R型聚类，采用何种距离或何种相似系数（以Q型聚类为例进行下步分析）。

（2）对原N个个体计算它们两两间的距离。每一个个体看作为一个类别。

（3）选取距离最小的两个类别合并成一个新的类别。

（4）计算新类别与其他类别的距离。关于两个类（记为G_p、G_q）之间的距离的计算通常有，

最小距离法，$D_{p,q}=\min_{\substack{i\in G_p\\ j\in G_q}} d_{ij}$ （6）

最大距离法，$D_{p,q}=\max_{\substack{i\in G_p\\ j\in G_q}} d_{ij}$ （7）

平均距离法，$D_{p,q}=\frac{1}{n_p n_q}\sum_{i\in G_p}\sum_{j\in G_q} d_{ij}$ （8）

n_p，n_q是G_p、G_q包含个体的个数。

（5）重复（3）、（4）步骤，直到N个个体合并成一个类。

例　欲对运动项目按能耗、糖耗进行分类，以便针对不同能耗、糖耗的运动提供不同的膳食，使运动员既能得到能量的补充，又不造成多余的体能堆积。1985年，对上海划船队队员13项运动项目作了能量消耗与糖量消耗测定，得表1数据（平均能耗、糖耗值），试进行聚类分析。

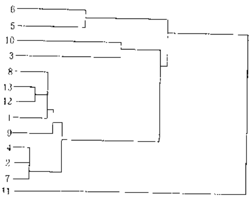
这是一个Q型聚类分析问题，采用系统聚类法，以平方根距离为聚类指标，借助于多元统计分析软件，在计算机上得到聚类图（见图）。

附图考虑将运动项目分成四个聚类：I（6，5），II（10，3），III（8，13，12，1，9，4，2，7），IV（11）。分别计算各聚类的能耗、糖耗均值，结果如表2。

表1　划船运动员作13项运动项目时能耗、糖耗平均值

	运动项目	X_1能耗 (J/min·m²)	X_2糖耗*（%）
1	负重下蹲	27.87	61.420
2	高力翻	26.34	56.780
3	提铃	23.66	74.070
4	引体向上	23.46	56.830
5	腰腹转	22.80	84.530
6	手脚并举	22.47	81.230
7	仰卧蹬腿	22.22	56 100
8	快挺	20.75	62.920
9	趴拉	20.75	58.950
10	卧推	13.71	69.630
11	俯卧撑	18.91	45.130
12	曲臂	17.96	60.630
13	仰卧起坐	20.90	61.250

* 糖耗指由糖产热占三大产热营养素的比例



13种运动项目聚类过程图

表2　13项运动项目的能耗、糖耗平均

类别	能耗均值 (J/min·m²)	糖耗均值 （%）
I	22.64	82.88
II	18.69	71.85
III	22.54	59.36
IV	18.91	45.13

从调查结果说明在运动员进行不同运动项目时，需配不同膳食。经过聚类分析后，可规定配4种不同膳食，对I、III类运动项目，需要配高能量膳食，而I类运动项目，能耗以糖为主（占80%），III类运动项目，糖耗占60%，能耗中应多考虑脂肪等成分。II、IV类膳食也可如表2配制。

多元线性回归

多元线性回归(multiple linear regression)是研究一个变量和另一些变量间线性关系的统计分析方法。若Y随X_1, $X_2 \cdots X_p$的改变而改变，则称Y为应变量，X_1, $X_2 \cdots X_p$为自变量。如人体的表面积随身高、体重而改变，则身高、体重为自变量，体表面积为应变量。

多元线性回归的用途有：

(1) 用多元线性回归方程描述某些因素与某一医学现象间的数量关系，如气温、湿度等与某病发病率的关系。

(2) 分析某些因素对疾病发生、发展及预后的影响程度，如某些致癌因子在肿瘤发病中的相对重要性。

(3) 利用多元线性回归方程进行疾病的预测预报，某医学现象的回顾推断、计量诊断、或缩小某诊断指标的变异程度、提高其诊断效果等。

多元线性回归方程的一般形式为

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_iX_i + \cdots + b_pX_p, \quad (1)$$

式中$\hat{Y}$为应变量的估计值；X_i为第i个自变量，$i = 1, 2 \cdots p$，p为自变量的个数；b_i为X_i的偏回归系数，即在其他自变量固定的条件下，X_i改变一个单位对应变量的改变量；b_0为回归方程的常数项。

作多元回归方程的原始数据可用表1形式表示，n为调查对象个数。

表1 原始数据格式

观察个体编号	应变量Y	自变量X			
		X_1	X_2	…	X_p
1	Y_1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1p}
2	Y_2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2p}
…	…	…	…	…	…
n	Y_n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{np}

多元回归分析的原理和多元回归方程的求法 多元回归方程中的回归系数b_0, $b_1 \cdots b_p$可用最小二乘法求得，也就是求出能使估计值$\hat{Y}$和实际观察值Y的误差平方和$Q = \sum(Y - \hat{Y})^2$为最小值的一套回归系数$b_0, b_1, \cdots b_p$值。根据以上要求，用数学方法可以得出求回归系数$b_1 \cdots b_p$的下列正规方程组：

$$\begin{cases} b_1l_{11} + b_2l_{12} + \cdots + b_pl_{1p} = l_{1Y} \\ b_1l_{21} + b_2l_{22} + \cdots + b_pl_{2p} = l_{2Y} \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ b_1l_{p1} + b_2l_{p2} + \cdots + b_pl_{pp} = l_{pY} \end{cases} \quad (2)$$

式中 $l_{ij} = l_{ji} = \sum(X_i - \bar{X}_i)(X_j - \bar{X}_j)$

$$= \sum X_iX_j - \frac{(\sum X_i)(\sum X_j)}{n}; \ (i = 1, \cdots, p) \quad (3)$$

$$l_{iy} = \sum(X_i - \bar{X}_i)(Y_j - \bar{Y})$$

$$= \sum X_iY_i - \frac{(\sum X_i)(\sum Y)}{n} \ (i = 1, \cdots p) \quad (4)$$

常数项b_0可用下式求出：

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}_1 - b_2\bar{x}_2 - \cdots - b_p\bar{x}_p \quad (5)$$

例 测得10名女中学生的体重(X_1, kg)、胸围(X_2, cm)、胸围呼吸差(X_3, cm)及肺活量(Y ml)的数据如表2，试作应变量Y对自变量X_1、X_2及X_3的三元回归分析。

首先列表计算$\sum X_iX_j$及其合计，结果如表3所示。

表2 10名女中学生体重(X_1, kg)、胸围(X_2, cm)、胸围呼吸差(X_3, cm)及肺活量(Y, ml)数值

个体编号	X_1	X_2	X_3	Y
1	35	69	0.7	1 600
2	40	74	2.5	2 600
3	40	64	2.0	2 100
4	42	74	3.0	2 650
5	37	72	1.1	2 400
6	45	68	1.5	2 200
7	43	78	4.3	2 750
8	3.7	66	2.0	1 600
9	44	70	3.2	2 750
10	42	65	3.0	2 500
$\sum X$	405	700	23.3	23 150
$\bar{X}$	40.5	70	2.33	2 315

然后计算各离均差平方和及离均差积和l_{ij}，例如：

$$l_{12} = \sum(X_1X_2) - \frac{(\sum X_1)(\sum X_2)}{n} = 28\,373 - \frac{283\,500}{10} = 23$$

计算结果如表4(X_4代替Y)。

将表4各l_{ij}值代入式(2)得正规方程组：

$$\begin{cases} 98.5b_1 + 23b_2 + 20.75b_3 = 8\,975 \\ 23b_1 + 182b_2 + 19.9b_3 = 10\,300 \\ 20.75b_1 + 19.9b_2 + 10.641b_3 = 3\,095.5 \end{cases}$$

解此方程组得

$b_1 = 60.931\,8$

$b_2 = 37.808\,3$

$b_3 = 101.379\,7$

以$\bar{Y} = \sum Y/n = 23\,150/10 = 2\,315$及各b值和$\bar{X}_i$值代入式(5)可得：

$$b_0 = 2\,315 - 60.931\,8(40.5) - 37.808\,3(70.0) - 101.379\,7(2.33) = -3\,035.533\,6$$

由此求得回归方程

$$\hat{Y} = -3\,035.533\,6 + 60.931\,8X_1 + 37.808\,3X_2 - 101.379\,7X_3$$

多元回归分析中的假设检验 在算得各回归系数并建立回归方程后，还应对此多元回归方程作假设检验，判断自变量X_1, $X_2 \cdots X_p$是否与Y真有数量关系。

假设$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_p = 0$

备择假设H_1为各β_i值不全或全不等于零。

式中β_1, $\beta_2 \cdots \beta_p$为各总体回归系数。

检验时可用统计量F：

$$F=\frac{MS_{回归}}{MS_{误差}}=\frac{SS_{回归}/p}{SS_{误差}/(n-p-1)} \quad (6)$$

式中n为个体数，p为自变量的个数。

在假设$\beta_1=\beta_2=\cdots=\beta_p=0$成立时，F值服从自由度为p，n－p－1的F分布。

$$SS_{回归}=b_1l_{1Y}+b_2l_{2Y}+\cdots+b_pl_{pY} \quad (7)$$

$$SS_{总}=\sum(Y-\bar{Y})^2=l_{YY} \quad (8)$$

$$SS_{误差}=SS_{总}-SS_{回归} \quad (9)$$

表3 $\sum X_iX_j$、$\sum X_iY$和$\sum YY$计算引表

	X_1	X_2	X_3	Y	X_1X_1	X_1X_2	X_1X_3	X_1Y	X_2X_2	X_2X_3	X_2Y	X_3X_3	X_3Y	YY
	35	69	0.7	1 600	1 225	2 415	24.5	56 000	4 761	48.3	110 400	0.49	1 120	2 560 000
	40	74	2.5	2 600	1 600	2 960	100	104 000	5 476	185	192 400	6.25	6 500	6 760 000
	40	64	2.0	2 100	1 600	2 560	80	84 000	4 096	128	134 400	4	4 200	4 410 000
	42	74	3.0	2 650	1 764	3 108	126	111 300	5 476	222	196 100	9	7 950	7 022 500
	37	72	1.1	2 400	1 369	2 664	40.7	88 800	5 184	79.2	172 800	1.21	2 640	5 760 000
	45	68	1.5	2 200	2 025	3 060	67.5	99 000	4 624	102	149 600	2.25	3 300	4 840 000
	43	78	4.3	2 750	1 849	3 354	184.9	118 250	6 084	335.4	214 500	18.49	11 825	7 562 500
	37	66	2.0	1 600	1 369	2 442	74	59 200	4 356	132	105 600	4	3 200	2 560 000
	44	70	3.2	2 750	1 936	3 080	140.8	121 000	4 900	224	192 500	10.24	8 800	7 562 500
	42	65	3.0	2 500	1 764	2 730	126	105 000	4 225	195	162 500	9	7 500	6 250 000
合计	405	700	23.3	23 150	16 501	28 373	964.4	946 550	49 182	1 650.9	1 630 800	64.93	57 035	55 287 500

表4 离均差平方和及离均差积和计算表

i	j	$\sum(X_iX_j)$	$(\sum X_i)(\sum X_j)$	$l_{ij}=\sum(X_iX_j)-\frac{(\sum X_i)(\sum X_j)}{n}$
1	1	16 501	164 025	98.5
1	2	28 373	283 500	23
1	3	964.4	9 436.5	20.75
1	4	946 550	9 375 750	8 975
2	2	49 182	490 000	182
2	3	1 650.9	16 310	19.9
2	4	1 630 800	16 205 000	10 300
3	3	64.93	542.89	10.641
3	4	57 035	539 395	3 095.5
4	4	55 287 500	535 922 500	1 695 250

本例：

$SS_{总}=1\,695\,250$（见表4）

$SS_{回归}=60.93(8\,975)+37.81(10\,300)+101.38(3\,095.5)=1\,250\,111.54$

$SS_{误差}=1\,695\,250-1\,250\,111.54=445\,138.46$

$$MS_{回归}=\frac{1\,250\,111.54}{3}=416\,703.85$$

$$MS_{误差}=\frac{445\,138.46}{6}=74\,189.74$$

$$F=\frac{416\,703.85}{74\,189.74}=5.62$$

查F表（附录四表18）得$F_{0.05(3,6)}=4.76$，$F>F_{0.05(3,6)}$，$P<0.05$，拒绝各β值都是零的无效假设。多元回归有统计意义。即至少有一个自变量与应变量有线性回归关系。

标准化偏回归系数　由于各自变量的单位不同，因而不能用比较上述回归系数的大小来说明变量的重要性。为此需应用标准化偏回归系数。如果对每一个变量都作标准化，然后按前述方法求得多元回归方程的回归系数，就是标准化偏回归系数b_i'。所谓变量的标准化，就是作变换：

$$X_i'=\frac{X_i-\bar{X}_i}{s_i} \quad (10)$$

即每个变量值都减去该变量的平均数后再除以该变量的标准差所得的商就称为标准化变量。用标准化变量所求得的偏回归系数就是标准化偏回归系数。标准化偏回归系数是没有单位的，所以可以用它们绝对值的大小来说明各自变量的重要性。如果b_1'为b_2'的2倍，则X_1在估计$\hat{Y}$时的重要性为X_2的2倍。

因为已计算出各l_{ii}，故可用下式计算各标准差：

$$s_i=\sqrt{\frac{\sum(X_i-\bar{X}_i)^2}{n_i-1}}=\sqrt{\frac{l_{ii}}{n_i-1}} \quad (11)$$

把表2中原始数据标准化后可得表5。

由这些数据，可求出各偏回归系数为：

$b_1'=0.464\,5$，$b_2'=0.391\,7$，$b_3'=0.254\,0$

以及　$b_0'=\bar{Y}'-b_1'\bar{X}_1-b_2'\bar{X}_2-b_3'\bar{X}_3$

$=0-b_1'0-b_2'0-b_3'0=0$

事实上，标准化偏回归系数可用下式求得

$$b_i'=b_i\times\frac{s_i}{s_Y} \quad (12)$$

表5 把表2数据标准化后所得结果

编号	X_1'	X_2'	X_3'	$Y(X_4')$
1	−1.6625	−0.2224	−1.4990	−1.6474
2	−0.1511	0.8895	0.1563	0.6567
3	−0.1511	−1.3342	0.3035	−0.4954
4	0.4534	0.8895	0.6162	0.7719
5	−1.0580	0.4447	−1.1312	0.1958
6	1.3602	−0.4447	−0.7633	−0.2650
7	0.7557	1.7790	1.8117	1.0023
8	−1.0580	−0.8895	−0.3035	−1.6475
9	1.0580	0	0.8001	1.0023
10	0.4534	−1.1119	0.6162	0.4263
$\bar{X}'$	0	0	0	0
S'	1	1	1	1

本例：$b_1' = b_1 \times \frac{S_1}{S_Y} = 60.9318 \times \frac{3.3082}{434.0059} = 0.4645$

由此可得用标准化偏回归系数建立的回归方程：

$\hat{Y}' = 0.4645X_1' + 0.3917X_2' + 0.2540X_3'$

由标准化偏回归系数可见体重与肺活量的关系最大；胸围之呼吸差关系最小。

偏回归系数的统计学意义检验 在建立多元回归方程后，不仅可对整个方程作统计学意义检验，也可分别对每个自变量的作用，即每个偏回归系数作统计学意义检验。以X_1为例说明如下。

（1）首先计算去除变量X_1后只包含X_2及X_3的回归方程的偏回归系数$\dot{b}_0$，$\dot{b}_2$，$\dot{b}_3$（这里$\dot{b}_0$是用于区别三个变量时回归方程中的b_0）。

本例：

$\dot{b}_0 = -408.01778$

$\dot{b}_2 = 31.1568$

$\dot{b}_3 = 232.6360$

（2）计算X_1的偏回归平方和。所谓X_1的偏回归平方和，就是该回归方程中由于去除变量X_1后回归平方和的减少量。计算时可用全部自变量（X_1，X_2，X_3）引入回归方程时的回归平方和减去去除X_1后只包含其余自变量（X_2，X_3）的回归方程的回归平方和而得到。本例前面已算得包含全部变量时回归平方和$l_{回归}$为1 250 111.54；去掉X_1时回归方程的回归平方和为

$$\dot{b}_2 l_{2Y} + \dot{b}_3 l_{3Y} = 31.1568(10300) + 232.6360(3095.5) = 1041039.778$$

两者之差为1 250 111.54－1 041 039.78＝209 071.76

即X_1的偏回归平方和为209 071.76。

（3）对X_1的偏回归平方和作统计检验。

$$F = \frac{X_1\text{的偏回归平方和}/1}{\text{误差平方和}/\text{误差自由度}} \quad (13)$$

式中误差平方和由总平方和减去包含全部自变量时的回归平方和求得。

本例：

误差平方和＝1 695 250－1 250 111.54

＝445 138.46

误差自由度＝n－p－1

本例误差自由度＝10－3－1＝6

式（13）中分子上的"1"是指偏回归平方和的自由度（1个自变量时）。

本例：

$$F = \frac{209071.76/1}{445138.46/6} = 2.82$$

查表$F_{0.05(1,6)} = 5.99$，$F < F_{0.05(1,6)}$，$P > 0.05$。X_1的偏回归平方和无统计学意义。有时为使方程中只包含偏回归平方和有统计学意义的变量，剔除偏回归平方和无统计学意义的变量（见"逐步回归分析"条）。

利用回归方程进行预测

（1）预测应变量的估计值$\hat{Y}$及其总体均数$\mu_{\hat{Y}}$的可信区间。

将各自变量的已知值代入回归方程便可求得应变量的估计值$\hat{Y}$。

如以表2中第1例数据代入回归方程得：

$$\hat{Y} = -3035.5336 + 60.9318 \times 35 + 37.8083 \times 69 + 101.3797 \times 0.7 = -3035.5336 + 2132.613 - 2608.7727 + 70.97579 = 1776.8178\text{(ml)}$$

$\hat{Y}$的总体均数$\mu_{\hat{Y}}$的可信区间为：

$$(\hat{Y} - t_{\alpha(n-p-1)} \cdot S_{\hat{Y}},\ \hat{Y} + t_{\alpha(n-p-1)} \cdot S_{\hat{Y}}) \quad (14)$$

$$S_{\hat{Y}} = S_{Y \cdot 12 \cdots p}\sqrt{X'gCXg} \quad (15)$$

$$\text{其中} S_{Y \cdot 12 \cdots p} = \sqrt{\frac{\text{误差平方和}}{\text{误差自由度}}} \quad (16)$$

本例：

$$S_{Y \cdot 12 \cdots p} = \sqrt{\frac{445138.46}{10-3-1}} = \sqrt{74189.743} = 272.37794\text{(ml)}$$

式中C为以下矩阵A的逆矩阵

$$A = \begin{pmatrix} n & \Sigma X_1 & \Sigma X_2 & \cdots & \Sigma X_p \\ \Sigma X_1 & \Sigma X_1^2 & \Sigma X_1X_2 & \cdots & \Sigma X_1X_p \\ \Sigma X_2 & \Sigma X_2X_1 & \Sigma X_2^2 & \cdots & \Sigma X_2X_p \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \Sigma X_p & \Sigma X_pX_1 & \Sigma X_pX_2 & \cdots & \Sigma X_pX_p \end{pmatrix}$$

本例数据可由表3合计项得到：

$$A = \begin{pmatrix} 10 & 405 & 700 & 23.3 \\ 405 & 16501 & 28373 & 964.4 \\ 700 & 28373 & 49182 & 1650.9 \\ 23.3 & 964.4 & 1650.9 & 64.93 \end{pmatrix}$$

由此求得逆矩阵

$C = A^{-1}$

$$=\begin{pmatrix} 63.3934 & -0.7658 & -0.5370 & -0.0383 \\ -0.7658 & 0.0178 & 0.0019 & 2.2785 \\ -0.5370 & 0.0019 & 0.0071 & -0.0171 \\ 2.2785 & -0.0383 & -0.0171 & 0.2005 \end{pmatrix}$$

式中$X'g$及Xg为个体的自变量向量。

$X'g=(1 \quad 35 \quad 69 \quad 0.7)$

$$X'gCXg=(1 \quad 35 \quad 69 \quad 0.7)C\begin{pmatrix}1\\35\\69\\0.7\end{pmatrix}$$

$=0.4568196$

$s_{\hat{Y}}=272.37794\sqrt{0.4568196}$

$=272.37794\times0.675884$

$=184.09597(ml)$

以自由度$=10-3-1=6$，t值表$t_{6,0.05}=2.447$

$\mu_{\hat{Y}}$的95%可信区间为

1 776.817 4±2.447×184.095 97

1 776.817±450.482 83

1 326.334 2−1 960.912 9(ml)

即肺活量期望值的总体均数有95%的可能在1 326.334 2ml到1 960.912 9ml之间。

(2) 预测个体的容许区间。即个体测定为各X_i值时所属的Y的参照(正常)值范围为：

$$(\hat{Y}-t_{\alpha(n-p-1)}\cdot s_{\hat{Y}},\hat{Y}+t_{\alpha(n-p-1)}\cdot s_{\hat{Y}});$$

$$s_{\hat{Y}}=s_{Y\cdot12\cdots p}\sqrt{1+X'_gCX_g}$$

个体参照值范围只有一侧有意义时t值取单侧α的t值。

本例数据代入

$s_{\hat{Y}}=272.37794\sqrt{1+0.4568196}$

$=272.37794\times1.20699=328.75685(ml)$

由于肺活量值只有低的有意义，故取单侧$t_{\alpha(n-p-1)}=t_{0.05(6)}=1.943$。

参照值范围为

1 776.817 4−1.943×328.756 85

=1 776.817 4−638.774 55

=1 138.042 9(ml)

即当个体的体重为35 kg，胸围为69 cm及胸围之呼吸差为0.7cm时，其95%的肺活量参照范围为1 138.042 9(ml)以上。

这一计算结果参照值范围比较大，是因为样本较小(n=10)，误差较大之故。

偏相关与复相关

偏相关(partial correlation)与复相关(multiple correlation)是研究多个变量之间相关性的多元统计分析方法，常用作多元线性回归的补充方法。

偏相关 偏相关系数又称部分相关系数，是在部分变量固定的情况下，说明某两个变量间相关性的统计指标。例如，要分析身高X_1、体重X_2、性别X_3与肺活量X_4的相关关系时，有9个一级偏相关系数：$r_{41.2}$、$r_{41.3}$、$r_{12.1}$、$r_{42.3}$、$r_{43.1}$、$r_{43.2}$、$r_{23.1}$、$r_{13.2}$、$r_{12.3}$。其中$r_{41.2}$表示当体重X_2因素固定时，肺活量X_4与身高X_1间的偏相关系数；$r_{41.3}$表示当性别X_3固定时，肺活量X_4与身高X_1间的偏相关系数；余类推。有3个二级偏相关系数：$r_{41.23}$、$r_{42.13}$、$r_{43.12}$。其中$r_{41.23}$表示当体重X_2、性别X_3固定时，肺活量X_4与身高X_1间的偏相关系数；$r_{42.13}$表示当身高X_1、性别X_3固定时，肺活量X_4与体重X_2间的偏相关系数；余类推。

一般对变量为$X_1,X_2\cdots Y$的资料，其一级偏相关系数的计算公式为

$$r_{Yi\cdot j}=\frac{r_{Yi}-r_{Yj}r_{ij}}{\sqrt{(1-r_{Yj}^2)(1-r_{ij}^2)}}\ (i,j=1,2,\cdots,m) \quad (1)$$

二级偏相关系数的计算公式为

$$r_{Yi\cdot jk}=\frac{r_{Yi\cdot j}-r_{Yk\cdot j}r_{ik\cdot j}}{\sqrt{(1-r_{Yk\cdot j}^2)(1-r_{ik\cdot j}^2)}}(i,j,k=1,2,\cdots,m) \quad (2)$$

三级偏相关系数$r_{Yi\cdot jkh}$的计算公式为

$$r_{Yi\cdot jkh}=\frac{r_{Yi\cdot jk}-r_{Yh\cdot jk}r_{ih\cdot jk}}{\sqrt{(1-r^2_{Yh\cdot jk})(1-r^2_{ih\cdot jk})}}(i,j,k,h=1,2,\cdots,m) \quad (3)$$

四级等偏相关系数可依此类推。

偏相关系数的假设检验可用t检验，其检验统计量为

$$t=\frac{r}{\sqrt{1-r^2}}\sqrt{n-m},\ 自由度\nu=n-m \quad (4)$$

式中r为偏相关系数，n为样本含量，m为偏相关系数所包括的变量个数。同一资料同时作多元回归分析和偏相关系数分析时，检验偏回归系数时求得的t值与检验偏相关系数求得的t值相等，即两个检验方法是等价的。

复相关 复相关系数又称多重相关系数，是说明一个变量与多个变量之间相关性的统计指标。复相关系数只取正值，其范围为0—1，0为无相关，1为完全相关。

在多元线性回归分析中，复相关系数可以说明应变量Y与一组自变量(X_1、$X_2\cdots X_p$)间的相关性是否密切。它在多元回归分析中求得Y的总平方和l_{YY}及回归平方和$SS_{回归}$之后可按下式进行计算：

$$R_{Y\cdot12\ldots p}=\sqrt{\frac{SS_{回}}{l_{YY}}} \quad (5)$$

$R_{Y.12\ldots p}$的平方值，称为决定系数(R^2)。它表示应变量的变异中由这些自变量引起的变异占百分之多少。如$R^2_{Y.1\ldots p}=0.9$，则表示应变量Y的方差有90%为$X_1\ldots X_p$所引起。

复相关系数的假设检验可用方差分析。

$$F=\frac{R^2_{Y.1\ldots p}}{1-R^2_{Y.1\ldots p}}\cdot\frac{n-p-1}{p} \quad (6)$$

式中p为自变量的个数，n为样本含量。如果$F\geq F_{\alpha(p,n-p-1)}$，则按所取$\alpha$水平，可认为此多元线性关系成立。

由式(6)中求得的F值与多元线性回归方程中的线

性假设检验所求得的F值相同。

例 10名女中学生的体重(X_1,kg)、胸围(X_2,cm)、胸围呼吸差(X_3,cm)与肺活量(X_4,ml)的资料,由多元回归分析条目中已求得各变量的离均差平方和、离均差积和及回归平方和如下。试作多元相关分析。

$n=10$, $p=3$,

$l_{11}=98.5$, $l_{12}=23$, $l_{13}=20.75$, $l_{14}=8\,975$

$l_{22}=182$, $l_{23}=19.9$, $l_{24}=10\,300$

$l_{33}=10.641$, $l_{34}=3\,095.5$

$l_{44}=1\,695\,250$

式中$l_{ij}=l_{ji}$,

$SS_{回}=1\,250\,111.54$

1. 偏相关系数的计算及假设检验:

(1) 计算简单相关系数:由公式

$$r_{ij}=\frac{l_{ij}}{\sqrt{l_{ii}\cdot l_{jj}}}$$

得 $r_{12}=\frac{l_{12}}{\sqrt{l_{11}\cdot l_{22}}}=\frac{23}{\sqrt{98.5\times 182}}=0.171\,8$

按此得

$r_{12}=0.171\,8$, $r_{13}=0.640\,9$, $r_{14}=0.694\,5$

$r_{23}=0.452\,2$, $r_{24}=0.586\,4$

$r_{34}=0.728\,8$

式中$r_{ij}=r_{ji}$,如$r_{12}=r_{21}$。

(2) 计算一级偏相关系数:由式(2)得

$$r_{12\cdot 3}=\frac{r_{12}-r_{13}\cdot r_{23}}{\sqrt{(1-r_{13}^2)(1-r_{23}^2)}}=\frac{0.171\,8-0.640\,9\times 0.452\,2}{\sqrt{(1-0.640\,9^2)(1-0.452\,2^2)}}$$

$$=\frac{-0.118\,014\,9}{\sqrt{0.589\,247\,1\times 0.795\,515\,1}}$$

$$=\frac{-0.118\,014\,9}{0.684\,656\,8}$$

$$=-0.172\,4$$

仿此相立得$r_{12\cdot 4}=-0.404\,1$, $r_{13\cdot 2}=0.641\,0$

$r_{13\cdot 4}=0.273\,5$, $r_{14\cdot 2}=0.744\,1$

$r_{14\cdot 3}=0.432\,7$, $r_{21\cdot 3}=-0.172\,4$

$r_{21\cdot 4}=-0.404\,1$, $r_{23\cdot 1}=0.452\,4$

$r_{23\cdot 4}=0.044\,8$, $r_{24\cdot 1}=0.659\,0$

$r_{24\cdot 3}=0.420\,5$, $r_{34\cdot 1}=0.513\,7$

$r_{34\cdot 2}=0.641\,8$

式中$r_{ij\cdot k}=r_{ji\cdot k}$,例如$r_{12\cdot 3}=r_{21\cdot 3}=-0.172\,4$。

(3) 计算二级偏相关系数:由式(3)得

$$r_{12\cdot 34}=\frac{r_{12\cdot 3}-r_{14\cdot 3}\cdot r_{24\cdot 3}}{\sqrt{(1-r_{14\cdot 3}^2)(1-r_{24\cdot 3}^2)}}$$

$$=\frac{-0.172\,4-0.432\,7\times 0.420\,5}{\sqrt{(1-0.432\,7^2)(1-0.420\,5^2)}}$$

$$=\frac{-0.354\,350\,3}{0.817\,958\,6}$$

$$=-0.433\,3$$

仿此可得

$r_{13\cdot 24}=0.319\,1$, $r_{14\cdot 23}=0.565\,3$

$r_{23\cdot 14}=0.176\,5$, $r_{24\cdot 13}=0.557\,6$

式中$r_{ij\cdot kl}=r_{ji\cdot kl}=r_{ij\cdot lk}=r_{ji\cdot lk}$,

例如$r_{14\cdot 23}=r_{14\cdot 32}=r_{41\cdot 23}=r_{41\cdot 32}=0.565\,3$。

(4) 相关系数的假设检验:根据式(4)作t检验。

如以r_{34}作检验,$r_{34}=r_{43}=0.728\,8$。

H_0: $\rho=0$,

H_1: $\rho\neq 0$。

$$t=\frac{r_{34}}{\sqrt{1-r_{34}^2}}\sqrt{n-m}=\frac{0.728\,8}{\sqrt{1-0.728\,8^2}}\sqrt{10-2}$$

$$=\frac{0.728\,8}{0.684\,7}\times 2.828\,4=3.010\,5$$

自由度$=10-2=8$

本例涉及X_3、X_4两个变量,故$m=2$。

查表(附录四表15)得$t_{0.05(8)}=2.306$, $t_{0.01(8)}=3.355$, $t>t_{0.05(8)}$, $p<0.05$

如果检验二级偏相关系数,$r_{14\cdot 23}$,则

$r_{14\cdot 23}=0.565\,3$,因涉及4个变量故$m=4$,

$$t=\frac{r_{14\cdot 23}}{\sqrt{1-r_{14\cdot 23}^2}}\sqrt{n-m}=\frac{0.565\,3}{\sqrt{1-0.565\,3^2}}\sqrt{10-4}$$

$$=\frac{0.565\,3}{0.680\,4}\times 2.449\,5$$

$$=2.035$$

查t界值表,$t_{0.05(6)}=2.447$, $t<t_{0.05(6)}$, $p>0.05$。$r_{14\cdot 23}$无统计意义。

经检验,r_{12}、r_{14}、r_{24}及r_{34}都有统计学意义,说明如不固定其他因素,体重、胸围、胸围呼吸差皆与肺活量有相关,体重与胸围呼吸差也有相关。

一级偏相关系数中只有$r_{14\cdot 2}$有统计学意义,说明固定胸围而不固定胸围呼吸差时,体重与肺活量之间有相关。

二级偏相关系数中没有一个具有统计学意义,这说明固定两个因素后,其他两个因素之间的相关都无统计学意义。这种情况可能由于本例份数($n=10$)过少有关。

2. 复相关系数的计算及假设检验:按式(5),

$$R=\sqrt{\frac{SS_{回}}{l_{44}}}=\sqrt{\frac{1\,250\,111.54}{1\,695\,250}}$$

$$=0.858\,73$$

决定系数$R^2=0.858\,73^2=0.737\,4=73.74\%$。即肺活量有73.74%取决于体重、胸围及胸围呼吸差。

按式(6)检验复相关系数

$$F=\frac{R^2}{1-R^2}\cdot\frac{n-p-1}{p}=\frac{0.858\,73^2}{1-0.858\,73^2}\cdot\frac{10-3-1}{3}$$

$$=5.616\,7$$

查方差分析用F值(附录四表18),$F_{0.05(3,6)}=5.41$。

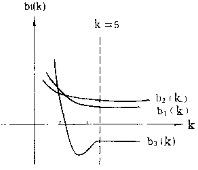
$F>F_{0.05(3,6)}$, $p<0.05$。R^2有统计学意义,可以认为肺活量与体重、胸围及胸围呼吸差有线性相关。

岭回归与主成分回归

在进行多元线性回归分析,用最小二乘法计算回归系数,当有两个自变量的相关系数为1时,不能计算出所有的回归系数,这在数学上称为"共线性"问题。当相关系数接近1时,虽然可以计算出各回归系数,但这些回归系数很不稳定,可能出现:①回归系数估计值符号与实际情况不符合。②某些回归系数意外地大。③当增减自变量或增减样本时,估计值变化很大。岭回归(ridge regression)方法就是常用来解决共线性问题的方法之一,其回归系数的估计虽不是无偏的,但估计值相当稳定。主成份回归(principal component regression)是多变量降维法的一种,它用主成分分析预处理后,再作回归

分析，也可用于解决多元共线性问题。

岭回归 用最小二乘法估计回归方程式中的系数时，要通过一个除法运算。在多元回归求解式(1)



$y=b_1(k)X_1+b_2(R)X_2+b_3(k)X_3$

图1 k值选择

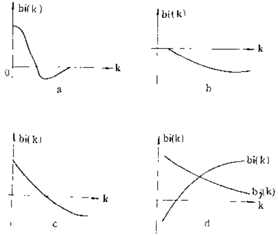


图2 岭迹图

$$b=(X'X)^{-1}(X'Y) \quad (1)$$

中，被除数和除数相当于X'Y和X'X。当除数等于0或接近0时，则b不能估计或估计不稳定，增大除数，则可消除这一情况。岭回归就是利用类似想法来估计回归系数，即变$(X'X)^{-1}$为$(X'X+kI_p)^{-1}$，$k>0$，使求得的β值较为稳定。这样(1)式就成为

$$b(k)=(X'X+kI_p)^{-1}X'Y \quad (2)$$

由(2)式得到的b(k)称为b的岭估计。其中I_p为p阶单位阵。用岭估计建立的回归方程称为岭回归方程。

从(2)式可知道，b(k)将随着k的变化而变化，这样，将k为横坐标，b(k)为纵坐标，由一系列的k和b(k)就可以描出一组曲线，如图1，这些曲线称为岭迹。k的取值范围是0到无穷大，其选取需依赖于岭迹图。一般是取一个不太大的k值，使各回归系数的估计值基本上达到稳定。在图1的模拟例子中，取k=5时，各个b(k)值就相对稳定了。

岭迹图还可用于选自变量X。今以几个典型岭迹图(图2)来加以说明。

对图2(a)，从最小二乘(当k=0时，bi(k)的值)来看，此变量作用较大不能剔除，但从岭估计角度看(曲线的变化)，当k稍一增大，此系数很不稳定，而且，很快趋于0而失去作用，因而可去掉这一变量。对图2(b)，从最小二乘来看，此变量作用不大，可以剔除，但从岭估计角度看，当k稍一增加，符号变为负的，且绝对值不小，可予以保留。对图2(c)，无论从最小二乘或岭估计角度来看均应予以保留，但是在最小二乘估计中，此变量对Y的作用是正的，而在岭估计中是负的，说明原有符号可能有问题。对图2(d)，bi(k)和bj(k)都不太稳定，但其和却比较稳定，这种现象在X_i与X_j间存在多重共线性关系时常会出现。对这种现象的处理方法常有两种，一种是只保留一个，另一种是将其线性组合看成一个新变量。

例1 15名男婴身高、体重及体表面积的数据如表1所示，试作岭回归分析。

表1 15名男婴身高(X_1,cm)、体重(X_2,kg)及体表面积(Y,cm^2)数据

编号	身高(cm)	体重(kg)	体表面积(Y,cm^2)
1	54.0	3.00	2 446.2
2	50.3	2.25	1 928.4
3	51.0	2.50	2 094.5
4	56.5	3.50	2 506.7
5	52.0	3.00	2 121.0
6	76.0	9.50	3 845.9
7	80.0	9.00	4 380.8
8	74.0	9.50	4 314.2
9	80.0	9.00	4 078.4
10	76.0	8.00	4 134.5
11	96.0	13.50	5 830.2
12	97.0	14.00	6 013.6
13	99.0	16.00	6 410.6
14	92.0	11.00	5 283.4
15	94.0	15.00	6 106.6

由计算机计算结果，k=0时，即相当于一般多元线性回归，得方程为

$$\hat{Y}=2\,735.703-26.308\,8X_1+350.529\,6X_2$$

由回归系数可见，$b_1=-26.308\,8$，这十分不合理，因为身高与体表面积不可能呈负相关，这显然是由于身高与体重有高度相关($r=0.980\,9$)而由多元共线性所致，经取不同k值，得出岭迹图(图3)。

由上面的岭迹图可见，当k在0.2之前b(k)值波动很大，b_1由350.529 6迅速下降，而不合理地取负值的b_1则迅速由负值转为正值，当k值为0.3时b_1及b_2已趋稳定。这时所得回归方程为：

$$\hat{Y}=1\,253.891+9.314\,112X_1+211.069\,6X_2$$

由于k=0.3时两回归系数都已趋稳定且不接近于0，故此两

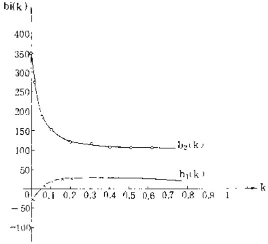


图 3 例 1 资料作岭回归分析所得岭迹图

系数都应保留。

主成分回归 用原自变量的主成分变量作为新的自变量构造新的自变量与应变量之间的回归模型，通过最小二乘估计得到其回归方程，然后再转换到原模型的回归方程，即得主成分回归方程。

主成分回归的计算步骤：

(1) 列出多元回归模型：

$$Y=X\beta+\varepsilon \tag{3}$$

(2) 将自变量$X_1\cdots X_p$标化后求出主成分。主成分变量为Z_i，$i=1,2\cdots p$，即

$$Z=XQ=(Z_1,Z_2\cdots Z_p)$$

$$Z'Z=\begin{pmatrix}\lambda_1 & & & \\ & \lambda_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \lambda_p\end{pmatrix}$$

(λ_i是$X'X$的特征根$i=1,2\cdots p$)

$Q=(Q_1,Q_2\cdots Q_p)$

(Q_i是相应于λ_i的标准特征向量，$i=1,2\cdots p$)

$QQ'=I_p$

(I_p为p阶单位阵)若$|X'X|\approx 0$，即存在共线性关系时，必定存在若干主成分，$Z_{k+1},Z_{k+2}\cdots Z_p\approx 0$，$k<p$

(3) 求k个主成分回归的回归系数。现设$\alpha_c=(\alpha_1,\alpha_2\cdots\alpha_k)'$为以主成分为自变量时的回归系数，其模型为

$$Y=Z_1\alpha_1+Z_2\alpha_2+\cdots+Z_k\alpha_k+\varepsilon \tag{4}$$

简写为

$Y=Z_c\alpha_c+\varepsilon$，$Z_c=(Z_1,Z_2\cdots Z_k)$，$\alpha_c=(\alpha_1\cdots\alpha_k)$

此时，

$|Z_c'Z_c|\neq 0$，得到α_c的最小二乘估计为

$$\hat{\alpha}_c=(Z_c'Z_c)^{-1}Z_c'Y=\begin{pmatrix}\lambda_1 & & \\ & \ddots & \\ & & \lambda_k\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}\sum_{p=1}^{n}Z_{p1}Y_p\\ \vdots \\ \sum_{p=1}^{n}Z_{pk}Y_p\end{pmatrix}$$

得到

$$\alpha_j=\frac{1}{\lambda_j}\sum_{i=1}^{n}Z_{ij}Y_i,\ j=1,2\cdots k$$

(4) 转化原模型的估计。

因为
$$\begin{aligned}Y&=Z_c\alpha_c+\varepsilon\\&=Z\alpha+\varepsilon\\&=XQ\alpha+\varepsilon\\&=X\beta_c+\varepsilon\end{aligned}$$

(其中$\beta_c=Q\alpha$)

所以

$$\hat{\beta}_c=Q\hat{\alpha}=Q\begin{pmatrix}\hat{\alpha}_c\\0\end{pmatrix}=Q_1\hat{\alpha}_1+Q_2\hat{\alpha}_2+\cdots+Q_k\hat{\alpha}_k$$

$\hat{\beta}_c$称为主成分估计，相应的回归方程$\hat{Y}=X\hat{\beta}_c$为主成分回归方程。

利用主成分估计，实际上找到了$X_1\cdots X_p$间存在的多重共线性关系：

$Q_{1j}X_1+\cdots+Q_{pj}X_p=0$，$j=k+1,\cdots p$

并将它们从回归方程中删去。

k的选取有以下原则和建议：

(1) $\sum_{i=1}^{k}\lambda_i/p$达到一定的比例，如70%以上；

(2) 删去$\lambda i\leqslant 0.01$的各特征根对应的主成分；

(3) $\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{\lambda i}\leqslant 5k$。

至于哪一种选取好，有赖于实际需要。

仍以例 1 数据为例进行计算(方法见"主成分分析"条)。

计算相关矩阵得：

	X_1	X_2
X_1	1.000 0	0.980 9
X_2	0.980 9	1.000 0

相关矩阵的特征值为

第一主成分特征值=1.980 85；

第二主成分特征值=0.019 15。

特征向量为：

	第一主成分	第二主成分
X_1	0.707 107	0.707 107
X_2	0.707 107	−0.707 107

由此可得

$$Z_1 = 0.707\,107X_1 + 0.707\,107X_2$$

$$Z_2 = 0.707\,107X_1 - 0.707\,107X_2$$

由每一观察对象的X_1及X_2测值代入上式即可得Z_1及Z_2值，由此以Z_i值为自变量，Y为应变量，即可得由最小二乘法的多元线性回归

$$\hat{Y} = \alpha + \sum \beta_i Z_i$$

本例Z_1的贡献率已达0.990 43，所以可以不考虑Z_2而由Z_1与Y建立线性回归方程。

由此得

$$\hat{Y} = -1\,647.05 + 97.02(0.707X_1 + 0.707X_2)$$

$$= -1\,647.05 + 68.59X_1 + 68.59X_2$$

这就是主成分回归方程。

逐步回归分析

逐步回归是多元回归中用以选择自变量的一种常用方法。此法的基本思想是：将自变量逐个地引入方程，引入的条件是该自变量的偏回归平方和在未选入的自变量（未选量）中是最大的，并经F检验是有显著性的。另一方面，每引入一个新变量，要对先前已选入方程的变量（已选量）逐个进行F检验，将偏回归平方和最小且无显著性的变量剔除出方程，直至方程外的自变量不能再引入，方程中的自变量不能再剔除为止。与一般多元回归相比，逐步回归法求得的回归方程有如下优点：①所含的自变量个数较少，便于应用。②剩余标准差也较小，方程的稳定性较好。③由于每步都作检验，因而保证了方程中的所有自变量都是有显著性的。

逐步回归分析的主要用途是：

(1) 建立一个自变量个数较少的多元线性回归方程。它和一般多元回归方程的用途一样，可用于描述某些因素与某一医学现象间的数量关系、疾病的预测预报、辅助诊断等等。

(2) 因素分析。它有助于从大量因素中把对某一医学现象作用显著的因素或因素组找出来，因此在病因分析、疗效分析中有着广泛的应用。但通常还须适当多采用几个F检验的界值水准，结合专业分析，从中选定比较正确的结果。

求回归方程的方法步骤如下：

设有含量为n的样本，对每个观察单位观察了m个自变量X_j（$j = 1,2\cdots m$）和一个应变量Y（可记为X_{m+1}），得原始数据如表1。

(1) 先规定一个F^*值，作为选入或剔除自变量时进行F检验的界值。对于给定的显著性水准α来说，每一步作检验时的$F_{\alpha(1,n-m'-1)}$值是不同的，但由于样本含量n比引入自变量的个数m'大得多（一般在10倍以上），所以各步的m'虽然不同，但$F_{\alpha(1,n-m'-1)}$值都近似相等。为方便起见，可取一个定数F^*作为F检验的标准。

(2) 计算每个变量均数$\bar{X}_j$、离均差平方和（l_{ii}、l_{jj}）、每两个变量的离均差积和l_{ij}以及相关系数r_{ij}。

表1 原始数据格式

观察单位编号	变量				
	X_1	X_2	…	X_m	$Y = X_{m+1}$
1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1m}	$X_{1,m+1}$
2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2m}	$X_{2,m+1}$
…	…	…	…	…	…
n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{nm}	$X_{n,m+1}$

$$r_{ij} = \frac{l_{ij}}{\sqrt{l_{ii} \cdot l_{jj}}} \tag{1}$$

并以求得的r_{ij}为元素列出原始相关矩阵$R^{(0)}$（阵中$r_{ij}^{(0)} = r_{ij}$）：

$$R^{(0)} = \begin{pmatrix} r_{11}^{(0)} & r_{12}^{(0)} & \cdots & r_{1m}^{(0)} & r_{1,m+1}^{(0)} \\ r_{21}^{(0)} & r_{22}^{(0)} & \cdots & r_{2m}^{(0)} & r_{2,m+1}^{(0)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1}^{(0)} & r_{m2}^{(0)} & \cdots & r_{mm}^{(0)} & r_{m,m+1}^{(0)} \\ r_{m+1,1}^{(0)} & r_{m+1,2}^{(0)} & \cdots & r_{m+1,m}^{(0)} & r_{m+1,m+1}^{(0)} \end{pmatrix}$$

以后每引入或剔除一个变量都计为一步运算。设$R^{(0)}$经L步所得的$R^{(L)}$为

$$R^{(L)} = \begin{pmatrix} r_{11}^{(L)} & r_{12}^{(L)} & \cdots & r_{1m}^{(L)} & r_{1,m+1}^{(L)} \\ r_{21}^{(L)} & r_{22}^{(L)} & \cdots & r_{2m}^{(L)} & r_{2,m+1}^{(L)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1}^{(L)} & r_{m2}^{(L)} & \cdots & r_{mm}^{(L)} & r_{m,m+1}^{(L)} \\ r_{m+1,1}^{(L)} & r_{m+1,2}^{(L)} & \cdots & r_{m+1,m}^{(L)} & r_{m+1,m+1}^{(L)} \end{pmatrix}$$

对于每一步，$R^{(L)}$均同样按式(2)变换成$R^{(L+1)}$。设引入或剔除的变量为X_g（g为该变量的下标），按式(2)作变换L_g，则$R^{(L)}$成$R^{(L+1)}$时，两矩阵中的各元素r_{ij}有如下关系式：

$$L_g\begin{cases} r_{gg}^{(L+1)} = 1/r_{gg}^{(L)}, & \\ r_{gj}^{(L+1)} = r_{gj}^{(L)}/r_{gg}^{(L)}, & (j \neq g) \\ r_{ig}^{(L+1)} = -r_{ig}^{(L)}/r_{gg}^{(L)}, & (i \neq g) \\ r_{ij}^{(L+1)} = r_{ij}^{(L)} - r_{ig}^{(L)} \cdot r_{gj}^{(L)}/r_{gg}^{(L)}, & (i \neq g, j \neq g) \end{cases} \tag{2}$$

(3) 选自变量。

① 引入未选量。按式(3)计算各未选量的偏回归平方和$V_j^{(L+1)}$，

$$V_j^{(L+1)} = \frac{[r_{j,m+1}^{(L)}]^2}{r_{jj}^{(L)}} \tag{3}$$

找出其中最大者，记作$V_a^{(L+1)}$，就它所对应的自变量X_a按式(4)作F检验：

$$F_1 = \frac{V_a^{(L+1)}(n - m' - 2)}{r_{m+1,m+1}^{(L)} - V_a^{(L+1)}} \tag{4}$$

式中m'为已引入变量的个数。当$F_1 > F^*$时引入变量X_a，并对$R^{(L)}$按式(2)作变换L_a，得$R^{(L+1)}$；当$F_1 \leqslant F^*$时挑选变量工作就此结束。②剔除已选量。引入新变量后，对原先引入的已选量分别计算其偏回归平方和$V_j^{(L)}$：

$$V_j^{(L)}=\frac{[r_{j,m+1}^{(L)}]^2}{r_{jj}^{(L)}} \tag{5}$$

找出$V_j^{(L)}$中最小者，记作$V_b^{(L)}$。就$V_b^{(L)}$所对应的自变量X_b按式(6)作F检验。

$$F_2=\frac{V_b^{(L)}(n-m'-1)}{r_{m+1,m+1}^{(L)}} \tag{6}$$

当$F_2\leqslant F^*$时，剔除X_b，并对$R^{(L)}$按式(2)作变换L_b得$R^{(L+1)}$；下一步对其余已选量再按式(5)、(6)求V_j并作F检验，直到已选量中没有可剔除时为止；当$F_2>F^*$时，已选量都不能被剔除，于是再考虑从未选量中能否引入新变量。如此反覆进行到第L步，若已选量都不能被剔除，未选量都不能引入时，逐步运算结束。

(4) 求回归方程。由相关矩阵$R^{(L)}$求得的回归方程

$$\hat{Z}=b_1'Z_1+b_2'Z_2+\cdots+b_{m'}'Z_{m'}$$

称为标准回归方程，式中b_j'是标准偏回归系数，按式(7)得。

$$b_j'=r_{j,m+1}^{(L)} \tag{7}$$

实用中多元线性回归方程常用变量X_j的原单位，因此须再按式(8)求化成原单位后X_j的偏回归系数b_j，

$$b_j=b_j'\sqrt{\frac{l_{m+1,m+1}}{l_{jj}}} \tag{8}$$

式中$l_{m+1,m+1}=l_{YY}$，即Y的离均差平方和，l_{jj}为X_j的离均差平方和。回归方程的常数项按式(9)计算，

$$b_0=\bar{Y}-\sum b_j\bar{X}_j \tag{9}$$

式中j为已选量的下标。于是得多元回归方程为

$$\hat{Y}=b_0+\sum b_jX_j \tag{10}$$

(5) 回归方程的线性假设检验。按式(11)作方差分析。

$$\begin{cases} SS_{总}=l_{YY},\nu_{总}=n-1 \\ SS_{剩}=l_{YY}\cdot r_{YY}^{(L)}=l_{YY}r_{m+1,m+1}^{(L)},\nu_{剩}=n-m'-1 \\ SS_{回}=SS_{总}-SS_{剩},\nu_{回}=m' \\ F=\dfrac{SS_{回}/m'}{SS_{剩}/(n-m'-1)} \end{cases} \tag{11}$$

回归的剩余标准差s按式(12)计算。

$$s=\sqrt{\frac{SS_{剩}}{n-m'-1}} \tag{12}$$

其意义及用途见“多元线性回归”条。

多元相关系数R按式(13)计算，

$$R=\sqrt{1-r_{m+1,m+1}^{(L)}} \tag{13}$$

R的意义、用途及假设检验见“多元线性相关”条。

求得多元线性回归方程后，就可利用它来进行预测，参见“多元线性回归”条。

例 测得10名女中学生体重(X_1,kg)、胸围(X_2,cm)、胸围呼吸差(X_3,cm)及肺活量(Y或X_4,ml)的数据如表2，试用逐步回归分析哪些因素对肺活量有关。

(1) 计算离均差乘积和l_{ij}($l_{ij}=\sum_{k=1}^{10}X_{ik}X_{jk}-\frac{1}{4}(\sum_{k=1}^{10}X_{ik})(\sum_{k=1}^{10}X_{jk})$)矩阵，相关系数$r_{ij}$(式(1))矩阵，结果见表3。

表2 10名女中学生体重(X_1,kg)、胸围(X_2,cm)、胸围呼吸差(X_3,cm)及肺活量(Y或X_4,ml)数据

个体编号	变量			
	X_1	X_2	X_3	X_4(Y)
1	35	69	0.7	1 600
2	40	74	2.5	2 600
3	40	64	2.0	2 100
4	42	74	3.0	2 650
5	37	72	1.1	2 400
6	45	68	1.5	2 200
7	43	78	4.3	2 750
8	37	66	2.0	1 600
9	44	70	3.2	2 750
10	42	65	3.0	2 500

表3 l_{ij}和r_{ij}计算结果

i	j	$\sum X_{ik}X_{jk}$	$(\sum X_{ik})(\sum X_{jk})$	l_{ij}	r_{ij}
1	1	16 501	164 025	98.5	1
1	2	28 373	283 500	23	0.171 8
1	3	964.4	9 436.5	20.75	0.640 9
1	4	946 550	9 375 750	8 975	0.694 5
2	2	49 182	490 000	182	1
2	3	1 650.9	16 310	19.9	0.452 2
2	4	1 630 800	16 205 000	10 300	0.586 4
3	3	64.93	542.89	10.641	1
3	4	57 035	539 395	3 095.5	0.728 8
4	4	55 287 500	535 922 500	1 695 250	1

得到

$$R^{(0)}=\begin{pmatrix} 1 & 0.171\,8 & 0.640\,9 & 0.694\,5 \\ 0.171\,8 & 1 & 0.452\,2 & 0.586\,4 \\ 0.640\,9 & 0.452\,2 & 1 & 0.728\,8 \\ 0.694\,5 & 0.586\,4 & 0.728\,8 & 1 \end{pmatrix}$$

(2) 逐步引入和剔除自变量。

第一步(L=0)，引入运算。

用式(3)计算各自变量的偏回归平方和$V_j^{(1)}$：

$V_1^{(1)}=(r_{14}^{(0)})^2/r_{11}^{(0)}=0.694\,5^2=0.482\,3$

$V_2^{(1)}=(r_{24}^{(0)})^2/r_{22}^{(0)}=0.586\,4^2=0.343\,9$

$V_3^{(1)}=(r_{34}^{(0)})^2/r_{33}^{(0)}=0.728\,8^2=0.531\,1$

$V_3^{(1)}$最大，考虑引入X_3，用式(4)计算F_1：

$F_1=(n-0-2)V_3^{(1)}/(r_{m+1,m+1}^{(0)}-V_3^{(1)})$

$=(10-2)\times0.531\,1/(1-0.531\,1)=9.06$

取$\alpha=0.3$，查F值表得$F_{0.3(1,8)}=1.23$，$F_1>F_{0.3(1,8)}$，变量X_3有统计意义，可引入回归方程。

用式(2)作变换L_3，得

$$R^{(1)}=\begin{pmatrix} 0.589\,2 & -0.118\,0 & -0.640\,9 & 0.227\,4 \\ -0.118\,0 & 0.795\,5 & -0.452\,2 & 0.256\,8 \\ 0.640\,9 & 0.452\,2 & 1 & 0.728\,8 \\ 0.227\,4 & 0.256\,8 & 0.728\,8 & 0.468\,9 \end{pmatrix}$$

第二步(L=1)，引入运算。

用式(3)计算未选入变量的偏回归平方和:

$V_1^{(2)}=(r_{14}^{(1)})^2/r_{11}^{(1)}=0.227\,4^2/0.589\,2=0.087\,76$

$V_2^{(2)}=(r_{24}^{(1)})^2/r_{22}^{(1)}=0.256\,8^2/0.795\,5=0.082\,90$

$V_1^{(2)}$最大,考虑引入X_1,用式(4)计算F_1:

$F_1=(n-1-2)V_1^{(2)}/(r_{m+1,m+1}^{(1)}-V_1^{(2)})$

$=(10-3)\times0.087\,76/(0.468\,9-0.087\,76)$

查F值表得$F_{0.3(1,7)}=1.25$,$F_1>F_{0.3(1,7)}$,变量X_1有显著性,可引入回归方程。

用式(2)作变换L_1,得

$$R^{(2)}=\begin{pmatrix}1.697\,2 & -0.200\,3 & -1.087\,7 & 0.385\,9\\ 0.200\,3 & 0.771\,9 & -0.580\,6 & 0.302\,3\\ 1.087\,7 & 0.580\,6 & 1.697\,1 & 0.481\,5\\ 0.385\,9 & 0.302\,3 & 0.481\,5 & 0.381\,1\end{pmatrix}$$

第二步($L=2$),计算各自变量的偏回归平方和:

$V_1^{(2)}=(r_{14}^{(2)})^2/r_{11}^{(2)}=0.385\,9^2/1.697\,2=0.08\,774$;(已选量)

$V_2^{(3)}=(r_{24}^{(2)})^2/r_{22}^{(2)}=0.302\,3^2/0.771\,9=0.118\,4$;(未选量中最大)

$V_3^{(2)}=(r_{34}^{(2)})^2/r_{33}^{(2)}=0.481\,5^2/1.697\,1=0.136\,6$。(已选量)

考虑引入变量X_2,计算F_1:

$F_1=(n-2-2)V_2^{(3)}/(r_{m+1,m+1}^{(2)}-V_2^{(3)})$

$=(10-4)\times0.118\,4/(0.381\,1-0.118\,4)=2.70$

查F值表得$F_{0.3(1,6)}=1.29$,$F_1>F_{0.3(1,6)}$,变量X_2有统计学意义,可引入回归方程。

用式(2)作变换L_2,得

$$R^{(3)}=\begin{pmatrix}1.794\,2 & 0.259\,5 & -1.238\,4 & 0.464\,3\\ 0.259\,5 & 1.295\,5 & -0.752\,2 & 0.391\,7\\ -1.238\,4 & -0.752\,2 & 2.133\,8 & 0.254\,0\\ 0.464\,3 & 0.391\,7 & 0.254\,0 & 0.262\,7\end{pmatrix}$$

第四步($L=3$),剔除运算。

计算各引入变量的偏回归平方和:

$V_1^{(3)}=(r_{14}^{(3)})^2/r_{11}^{(3)}=0.464\,3^2/1.749\,2=0.123\,2$

$V_2^{(3)}=(r_{24}^{(3)})^2/r_{22}^{(3)}=0.391\,6^2/1.295\,5=0.118\,4$

$V_3^{(3)}=(r_{34}^{(3)})^2/r_{33}^{(3)}=0.254\,1^2/2.133\,8=0.030\,26$

考虑剔除变量X_3,用式(6)计算F_2:

$F_2=(n-3-1)V_3^{(4)}/r_{m+1,m+1}^{(3)}$

$=(10-4)\times0.030\,26/0.262\,7$

$=0.691\,1$

因$F_{0.3(1,6)}=1.29$,$F_2<F_{0.3(1,6)}$,变量X_3不显著,应把它从回归方程中剔除。

用式(2)作变换L_3得$R^{(4)}$,与直接引入X_1,X_2两个变量所得$r_{ij}^{(2)}$相同。

$$R^{(4)}=\begin{pmatrix}1.030\,4 & -1.770\,0 & 0.580\,3 & 0.611\,8\\ 0.177\,0 & 1.030\,3 & 0.352\,5 & 0.481\,2\\ -0.580\,3 & -0.352\,5 & 0.468\,6 & 0.119\,1\\ 0.611\,8 & 0.481\,2 & 0.119\,1 & 0.293\,0\end{pmatrix}$$

第五步($L=2$,即形式上看作第3步),剔除计算。

计算变量X_1,X_2的偏回归平方和:

$V_1^{(2)}=(r_{14}^{(2)})^2/r_{11}^{(2)}=0.611\,8^2/1.030\,4=0.363\,3$

$V_2^{(2)}=(r_{24}^{(2)})^2/r_{22}^{(2)}=0.481\,2^2/1.030\,3=0.224\,7$

考虑剔除变量X_2,计算F_2:

$F_2=(n-2-1)V_2^{(2)}/r_{44}^{(2)}=(10-3)\times0.224\,7/0.293\,0=5.37$

因$F_{0.3(1,7)}=1.25$,$F>F_{0.3(1,7)}$,变量X_2有统计意义,不能剔除。

至此,既不能剔除已进入回归方程的变量,又不能把尚未进入回归方程的变量选入,逐步计算到此结束。

(3) 分析结果 按式(7)计算标准偏回归系数:

$b_1'=r_{14}^{(2)}=0.611\,8$

$b_2'=r_{24}^{(2)}=0.481\,2$

按式(8)计算偏回归系数:

$$b_1=b_1'\sqrt{\frac{l_{44}}{l_{11}}}=0.611\,8\sqrt{\frac{1\,695\,250}{98.5}}=80.26$$

$$b_2=b_2'\sqrt{\frac{l_{44}}{l_{22}}}=0.481\,2\sqrt{\frac{1\,695\,250}{182}}=46.44$$

按式(9),

$b_0=\bar{X}_4-b_1\bar{X}_1-b_2\bar{X}_2$

$=2\,315-80.26\times40.5-46.44\times70.0$

$=-4\,186.33$

最后按式(10)得一般回归方程为

$\hat{Y}=b_0+b_1X_1+b_2X_2$

$=-4\,186.33+80.26X_1+46.44X_2$

结果表明,体重X_1和胸围X_2与肺活量Y有关。

典型相关分析

典型相关分析(canonical correlation analysis)是研究两组多指标(变量)相互关系的多元统计方法。每一观察样本有X、Y两组指标,其原始数据如表1

表1 原始数据格式

观察样本	指标变量							
	X_1	X_2	…	X_p	Y_1	Y_2	…	Y_q
1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1p}	Y_1	Y_{12}	…	Y_{1q}
2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2p}	Y_{21}	Y_{22}	…	Y_{2q}
…	…	…	…	…	…	…	…	…
n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{np}	Y_{n1}	Y_{n2}	…	Y_{nq}

两组指标X、Y多半是相同研究对象的有关系的两组不同指标。如研究棉纺厂工人肺功能状况,工人的各种肺功能是一组指标,性别、年龄、工龄、吸烟史等是另一组指标。但在某种特定条件下,这两组指标也可能是不同研究对象的两组相同指标,如在病例对照的配对研究中,病人和正常人有两组相同的考察指标。用典型相关分析可以找出两组指标间存在的相互关系,进一步由一组指标推算或预测另一组指标。

典型相关分析着眼于研究一组指标$X=(X_1\cdots X_p)'$的线性组合与另一组指标$Y=(Y_1\cdots Y_q)'$的线性组合之间的相关性,选取若干高度相关的两组指标的"线性组合对"。在尽量少损失信息的前提下,利用这两组指标的线性组合对能达到研究目的。

对表1数据,计算指标$X=(X_1\cdots X_p)'$,$Y=(Y_1\cdots Y_q)'$的方差,协方差矩阵的极大似然估计Σ_X,Σ_Y、Σ_{XY}(为使讨论方便,选定$p\leqslant q$):

$$\Sigma_X=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})(X_i-\bar{X})'$$

$$\Sigma_Y=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})(Y_i-\bar{Y})' \quad (1)$$

$$\Sigma_{XY}=\Sigma_{YX}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})'$$

用Z、W分别表示指标组X，Y的线性组合：

$$Z=\alpha_1(X_1-\bar{X}_1)+\alpha_2(X_2-\bar{X}_2)+\cdots+\alpha_p(X_p-\bar{X}_p)=\boldsymbol{\alpha}'(\mathbf{X}-\bar{\mathbf{X}}) \quad (2)$$

$$W=\beta_1(Y_1-\bar{Y}_1)+\beta_2(Y_2-\bar{Y}_2)+\cdots+\beta_q(Y_q-\bar{Y}_q)=\boldsymbol{\beta}'(\mathbf{Y}-\bar{\mathbf{Y}})$$

其中 $\alpha=\begin{pmatrix}\alpha_1\\ \vdots\\ \alpha_p\end{pmatrix},\beta=\begin{pmatrix}\beta_1\\ \vdots\\ \beta_q\end{pmatrix},X=\begin{pmatrix}X_1\\ \vdots\\ X_p\end{pmatrix},Y=\begin{pmatrix}Y_1\\ \vdots\\ Y_q\end{pmatrix}$

$\bar{X}=\begin{pmatrix}\bar{X}_1\\ \vdots\\ \bar{X}_p\end{pmatrix},\bar{Y}=\begin{pmatrix}\bar{Y}_1\\ \vdots\\ \bar{Y}_q\end{pmatrix}$

α，β是待定参数。

典型相关分析的目的是从各线性组合对Z，W中找出使得相关系$r_{Z,W}$(由式(3)计算，称为典型相关系数)较大的线性组合对(称为典型相关变量对)。

$$r_{Z,W}=\frac{\mathrm{Cov}[\alpha'(\mathbf{X}-\bar{\mathbf{X}}),\beta(\mathbf{Y}-\bar{\mathbf{Y}})]}{\sqrt{\mathrm{Var}\alpha'(\mathbf{X}-\bar{\mathbf{X}})\cdot\mathrm{Var}\beta'(\mathbf{Y}-\bar{\mathbf{Y}})}}=\frac{\alpha'\Sigma_{XY}\beta}{\sqrt{\alpha'\Sigma_X\alpha}\sqrt{\beta'\Sigma_Y\beta}} \quad (3)$$

找出的典型相关变量对（z，w）需满足如下条件：①各类型相关变量对(z、w)相互正交。②z、w的均值为0，方差为1。③$Y_{Z,W}>0$。符合这些条件的典型相关变量对有p对。

实际应用中，一般仅取前几对高度相关的典型相关变量。究竟取几对，除了可对典型相关系数进行显著性检验外，还要结合对典型变量和相应的典型相关系数的实际解释而定，典型相关变量的数目往往愈少愈好(愈容易解释)。典型相关分析好坏的关键在于各典型变量对其相关有无合理的解释。

求解典型相关变量对(z、w)及其相关系数$r_{Z,W}$的步骤如下(假定由原始数据已经计算得Σ_X、Σ_Y、Σ_{XY})。

(1) 求出$\Sigma_X^{-1}\Sigma_{XY}\Sigma_Y^{-1}\Sigma_{YX}$的p个特征根，记为$\lambda_1\geqslant\lambda_2\cdots\geqslant\lambda_p\geqslant0$。

(2) 求出λ_i的特征向量$\alpha_i'=(\alpha_{i1}\cdots\alpha_{ip})'$，并且满足$\alpha_i'(\Sigma_X)\alpha_i=1$，$i=1,2\cdots p$。

(3) 计算$\begin{cases}\beta_i=\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}(\Sigma_Y)^{-1}(\Sigma_{YX})\alpha_i，当\lambda_i>0时\\(\Sigma_{XY})\beta_i=0,\ \beta_i'(\Sigma_Y)\beta_i=1，当\lambda_i=0时\end{cases}$ (4)

(4) 指标组X、Y的第i对典型相关变量为

$Z_i=\alpha_i'(\mathbf{X}-\bar{\mathbf{X}})$，$W_i=\beta_i'(\mathbf{Y}-\bar{\mathbf{Y}})$，$i=1,2\cdots k\leqslant p$

第i个典型相关系数为

$$r_i=r_{z_iw_i}=\sqrt{\lambda_i} \quad (5)$$

(5) 若$\lambda_1=0$，说明X、Y不相关，不需作典型相关分析。只有在$\lambda_1>0$时，再考虑第二对典型相关变量，如此类推。

(6) 在$\begin{pmatrix}X\\Y\end{pmatrix}$服从p+q维正态分布假设下，可以对典型相关系数作$\chi^2$检验。对第k个典型相关系数检验为：

H_0：$\rho_k=0$，H_1：$\rho_k\neq0$

检验统计量 $l=\prod_{j=k}^{p}(1-r_j^2)$，$k<p$

在H_0成立下，$-[n-\frac{1}{2}(p+q+1)]\ln l\sim\chi^2_\nu$

自由度$\nu=(p-k+1)(q-k+1)$

(7) 对大样本，多指标数据的典型相关分析，需要借助于计算机来实现。

(8) 在得到典型相关变量对后，可以用各指标的载荷(loading)反映其在相应的典型相关变量对中的作用。

载荷是指标组$\mathbf{X}=(X_1\cdots X_p)'$的任一指标$X_j$，$j=1,\cdots p$与其线性组合$Z=\alpha\mathbf{X}$的相关系数

$$r_{Z,X_j}=\frac{\mathrm{Cov}(Z,X_j)}{\sqrt{\mathrm{Var}Z}\cdot\sqrt{\mathrm{Var}X_j}},\ j=1,2\cdots p \quad (6)$$

称为X_j在Z中的载荷。

类似地，Y_j与W的相互系数

$$r_{W,Y_j}=\frac{\mathrm{Cov}(W,Y_j)}{\sqrt{\mathrm{Var}W}\cdot\sqrt{\mathrm{Var}Y_j}},\ j=1,2\cdots q \quad (7)$$

称为Y_j在W中的载荷。

例 在某棉纱厂对110例退休工人调查9个肺功能指标X_i，$i=1,2\cdots9$。X_1:FVC；X_2:FEV₁；X_3:FEV₁/FVC；X_4:PEF；X_5:FEF；X_6:$\dot{V}_{75}$；X_7:$\dot{V}_{50}$；X_8:$\dot{V}_{25}$；X_9:$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$及6个影响因素指标$Y_i$，$i=1,2\cdots6$。$Y_1$：性别；$Y_2$：年龄；$Y_3$：身高；$Y_4$：体重；$Y_5$：吸烟史；$Y_6$：粉尘接触史。试分析这两组指标的相关关系。

(1) 根据原始数据(略)计算$\Sigma_X^{-1}\Sigma_{XY}\Sigma_Y^{-1}\Sigma_{YX}$的6个特征根和典型相关系数得表2：

表2 特征根和典型相关系数

	1	2	3	4	5	6
特征根λ_i	0.602 6	0.261 2	0.153 4	0.065 9	0.025 2	0.000 93
典型相关系数r_i	0.776 3	0.511 1	0.391 7	0.256 7	0.158 6	0.096 50

(2) 典型相关系数检验：$n=110$，$p=9$，$q=6$。

第一典型相关系数检验：

H_0：$\rho_1=0$，H_1：$\rho_1\neq0$

$$l_1=\prod_{j=1}^{6}(1-r_j^2)=0.226\,1$$

$$\chi_1^2=-[n-\frac{1}{2}(p+q+1)]\ln l_1=[110-\frac{1}{2}(9+6+1)]\ln0.226\,1=151.65$$

$\nu_1=(p-k+1)(q+k+1)=(9-1+1)(6-1+1)=54$

查χ^2值表，$\chi^2_{0.005}(54)<\chi^2_{0.005}(60)=91.95$，$p<0.005$，故第一样本典型相关系数和零的差别在$\alpha=0.01$上显著。

第二典型相关系数检验：

$H_0: \rho_2 = 0$。

$$l_2 = \prod_{j=3}^{6}(1-r_j^2) = 0.5690$$

$$\chi_2^2 = -[n-\frac{1}{2}(p+q+1)]\ln l_2 = 57.51$$

$$\nu_2 = (p-k+1)(q-k+1) = 40$$

查χ^2值表，$\chi^2_{0.1(40)} = 55.76$，$\chi^2_{0.05(40)} = 59.34$，$p < 0.1$，故第二样本典型相关系数$r_2$，在显著性水平$\alpha = 0.1$上显著。

第三典型相关系数检验：

$H_0: \rho_3 = 0$。

$$l_3 = \prod_{j=3}^{6}(1-r_j^2) = 0.7702$$

$$\chi_3^2 = -[n-\frac{1}{2}(p+q+1)]\ln l_3 = 26.63$$

$$\nu_3 = (p-k+1)(q-k+1) = 28$$

查χ^2值表，$\chi^2_{0.5(28)} = 32.62$，$p > 0.5$，故第三样本典型相关系数在显著性水平$\alpha = 0.1$上不显著。

由上述检验得，取前二对典型相关变量。

(3) 考虑取前二对典型相关变量，计算得表3。

表3 第一、二对典型相关变量结果

		系数(α_1)	载荷			系数(β_1)	载荷
第一对典型相关变量							
Z_1	x_1'	−1.2837	0.5975	W_1	Y_1'	0.2793	0.8423
	x_2'	2.1890	0.2614		Y_2'	0.0478	0.5701
	x_3'	−1.7102	0.5576		Y_3'	0.7104	0.9112
	x_4'	0.6079	0.2323		Y_4'	−0.2457	0.0209
	x_5'	0.6292	−0.1587		Y_5'	0.1204	0.5465
	x_6'	−0.3784	−0.0840		Y_6'	0.2077	0.1418
	x_7'	0.2294	−0.2319				
	x_8'	−0.7942	−0.2269				
	x_9'	−0.2485	−0.1676				
第二对典型相关变量							
		系数(α_1)	载荷			系数(β_1)	载荷
Z_2	x_1'	−0.5839	−0.1929	W_2	Y_1'	−1.3782	−0.1631
	x_2'	1.1877	−0.4351		Y_2'	0.6556	0.2855
	x_3'	−0.8105	−0.5902		Y_3'	0.4632	0.0836
	x_4'	−1.6752	−0.7451		Y_4'	−0.0042	−0.0053
	x_5'	−0.7857	−0.6370		Y_5'	0.7611	0.5154
	x_6'	1.3847	−0.5299		Y_6'	−0.3590	−0.4374
	x_7'	0.0490	−0.5598				
	x_8'	0.1163	−0.5627				
	x_9'	−0.0303	−0.1234				

注：X_i'、Y_j'是对X_i、Y_j的标化值，i=1,2…9，j=1,2…6

从载荷的结果得到，在第一对典型相关变量对(Z_1、W_1)中，Z_1主要反映肺活量的信息，W_1主要反映性别、年龄、身高、吸烟史指标，因此第一对典型相关变量说明，肺活量大小与性别、年龄、身高、吸烟史有关，与体重及粉尘接触史无关。

在第二对典型相关变量对(Z_2、W_2)中，Z_2主要反映小气道信息，W_2主要反映吸烟史信息，由此，第二对典型相关变量说明，小气道改变与吸烟史有关

判别分析

判别分析(discrimination analysis)是从一个个体的测值通过一种"得分"来判断这个体归属于哪一类型的统计分析方法。在医学中常应用于两种或多种疾病的鉴别诊断，预测病人的预后或作为两组或多组样本是否从同一总体取出的假设检验等。

判别分析有两部分的统计分析工作，一部分是建立判别公式(判别函数)，如从以往确诊的两组病人的症状、体征实测数值计算出判别用的公式。第二部分是应用，即在不知病人的诊断时，按照其症状体征测值代入判别式进行计算，从得到的数值大小(得分值)来判断该病人归属哪一个组(即作出诊断)。第二部分的病人称为待判组，如果待判组的诊断也是原先已知的，则可分析这一判别诊断方法的准确度。

判别分析的方法很多，常用的有费歇(Fisher)判别分析、贝叶斯(Bayes)判别分析，也可用一般的线性多元回归、非线性多元回归如logistic回归作判别分析。也有把利用Bayes定理计算逆概率的方法作为一种判别分析方法。

费歇判别分析

费歇判别分析(Fisher discriminant analysis)是最早建立的多元判别分析方法。其判别准则是使两类个体平均判别得分值之差平方与两组内部方差之比值为最大，以此来求得判别式。Fisher判别式是一线性方程式，如式(1)。

$$Y = C_1X_1 + C_2X_2 + \cdots + C_pX_p \tag{1}$$

上式又称线性判别函数，Y为某病人的判别得分或判别值，C为待估计的参数，称为判别系数，$X_1 \cdots X_p$为某一病人的症状、体征等测值，称为判别变量。以两类判别为例，费歇判别分析的原始数据格式如表1。

对表1数据，由分类已知的A、B两组数据建立线性判别函数，表中n_A、n_B、n为A、B和待判组的观察人数。

(1) 第一步是从已知A、B两类病人中每个病人的$X_1 \cdots X_p$的观察值得出判别式，即求出判别系数$C_1 \cdots C_p$的数值。判别函数即式(1)的各系数$C_1, C_2 \cdots C_p$应能使下式中的λ达到最大。

$$\lambda = \frac{[\bar{Y}(A) - \bar{Y}(B)]^2}{\sum_{i=1}^{n_A}[Y_i(A) - \bar{Y}(A)]^2 + \sum_{i=1}^{n_B}[Y_i(B) - \bar{Y}(B)]^2} \tag{2}$$

其中，

$$\bar{X}_j(A) = \frac{1}{n_A}\sum_{i=1}^{n_A} X_{jk}(A) \tag{3}$$

$$\bar{Y}(A) = \sum_{j=1}^{p} C_j\bar{X}_j(A) \tag{4}$$

$$\bar{X}_j(B)=\frac{1}{n_B}\sum_{i=1}^{n_B}X_{ik}(B) \tag{5}$$

$$\bar{Y}(B)=\sum_{j=1}^{p}C_j\bar{X}_j(B) \tag{6}$$

式中C_j值($j=1\cdots p$)可由解下列方程组(7)求得:

$$\begin{cases} l_{11}C_1+l_{12}C_2+\cdots+l_{1p}C_p=d_1 \\ l_{21}C_1+l_{21}C_2+\cdots+l_{2p}C_p=d_2 \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ l_{p1}C_1+l_{p2}C_2+\cdots+l_{pp}C_p=d_p \end{cases} \tag{7}$$

表1 原始数据格式

观察样品		指标			
		X_1	X_2	…	X_p
A组	1	$X_{11}(A)$	$X_{12}(A)$	…	$X_{1p}(A)$
	2	$X_{21}(A)$	$X_{22}(A)$	…	$X_{2p}(A)$
	…	…	…	…	…
	n_A	$Xn_{A1}(A)$	$Xn_{A2}(A)$	…	$Xn_{Ap}(A)$
B组	1	$X_{11}(B)$	$X_{12}(B)$	…	$X_{1p}(B)$
	2	$X_{21}(B)$	$X_{22}(B)$	…	$X_{2p}(B)$
	…	…	…	…	…
	n_B	$Xn_{B1}(B)$	$Xn_{B2}(B)$	…	$Xn_{Bp}(B)$
待判组	1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1p}
	2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2p}
	…	…	…	…	…
	n	Xn_1	Xn_2	…	Xn_p

其中l_{kj}为两组合并的离均差乘积和:

$$l_{kj}=\sum_{i=1}^{n_A}[X_{ik}(A)-\bar{X}_k(A)][X_{ij}(A)-\bar{X}_j(A)] +\sum_{i=1}^{B}[X_{ik}(B)-\bar{X}_k(B)][X_{ij}(B)-\bar{X}_j(B)]$$

$$k,j=1,2\cdots p \tag{8}$$

$$d_j=\bar{X}_j(A)-\bar{X}j(B),\ j=1,2\cdots p \tag{9}$$

求得C_i后代入式(1)即得判别函数。

(2) 求出判别临界值Y_0:

$$Y_0=\frac{\bar{Y}(A)+\bar{Y}(B)}{2} \tag{10}$$

作为两类判别的临界点。判别方法是:①当$\bar{Y}_A>Y_0$, $\bar{Y}_B<Y_0$时,则得Y值$>Y_0$的待判样品判为A组;Y值$<Y_0$的待判样品判为B组。②当$\bar{Y}_A<Y_0$, $\bar{Y}_B>Y_0$时,则将Y值$<Y_0$的样品判为A组,$Y_B>Y_0$的样品判为B组。

(3) 判别效果的检验:若判别函数能划分两类总体,则两类总体的均数不等;反之,则两总体均数相等。因此,在两样本来自同一协差阵总体的一般要求下,判别效果的检验就是检验两类总体均数有无差异,可用F检验。

$$F=\frac{(n_A+n_B-p-1)n_An_B}{p(n_A+n_B-2)(n_A+n_B)}D^2 \tag{11}$$

自由度$\nu_1=p$, $\nu_2=n_A+n_B-p-1$,式中D^2称为Mahalanobis距离。

$$D^2=(C_1d_1+C_2d_2+\cdots+C_pd_p)(n_A+n_B-2) =(\bar{Y}_{(A)}-\bar{Y}_{(B)})(n_A+n_B-2) \tag{12}$$

求得F值后,查F界值表得P值,按所取检验水准作出推断结论。当拒绝H_0,接受H_1,可认为建立的判别函数有效。

例 某省根据各地区育龄妇女的生育状况评价各地区计划生育成效。收集指标有生育峰值年龄、一胎生育率、二胎生育率、多胎生育率及总和生育率等5项指标,已将12个地区分为计划生育开展较好(A)与一般(B)两组(表2)。试根据这批样品建立判别函数。

(1) 列出A、B去组和待判样品的原始数据(表2)

表2 某地区计划生育原始数据

组别	样品	峰值年龄 X_1	一胎生育率(%) X_2	二胎生育率(%) X_3	多胎生育率(%) X_4	总和生育率(%) X_5
A组	1	27	76.77	2.8	0.43	1.15
	2	24	55.33	25.36	19.31	2.61
	3	27	97.45	2.10	0.45	1.18
	4	24	51.45	31.25	17.30	2.49
	5	25	52.15	32.85	16.0	2.52
	6	25	52.08	32.84	15.08	2.55
B组	1	25	35.76	22.83	41.41	3.47
	2	26	27.10	25.13	47.77	3.80
	3	25	29.40	34.21	26.39	3.05
	4	26	21.98	16.23	61.79	5.40
	5	25	38.49	34.44	27.06	3.16
	6	25	38.96	24.48	36.56	3.20
待判样品	1	26	88.45	12.50	0.05	1.28
	2	25	33.78	22.82	43.40	3.58
	3	24	52.40	33.25	14.35	2.62

本例$p=5$, $n_A=n_B=6$, $n=3$。

(2) 据式(3)、(5)、(9)计算A、B两组各判别变量的均值及均值差,结果见表3。

表1 均值与均值差

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
$\bar{X}_i(A)$	25.333 3	67.538 3	21.2	11.428 3	2.083 3
$\bar{X}_i(B)$	25.333 3	33.615 0	26.22	40.163 3	3.68
d_i	0	33.923 3	−5.02	−28.735	−1.596 7

(3) 根据式(8)计算合并的离均差乘积和l_{kj},得

10.666 7

128.433 3, 2 901.057 2

−100.290 0, −1 487.801 2, 1 339.806 6

−28.473 3, −1 428.693 1, 159.562 4, 1 273.833 4

2.766 7, −111.198 5, 26.149 5, 85.490 8, 6.452 9

(4) 解线性方程组(式7)得判别系数C_1、$C_2\cdots C_p$:

$C_1=-0.495\,6$

$C_2=0.7941$

$C_3=0.7395$

$C_4=0.7033$

$C_5=0.9105$

得到判别函数为：

$$Y=-0.4956X_1+0.7941X_2+0.7395X_3+0.7033X_4+0.9105X_5$$

(5) 计算判别界值Y_0：

$$\bar{Y}_{(A)}=\sum_{k=1}^{5}C_k\bar{X}_{k(A)}=66.6885247$$

$$\bar{Y}_{(B)}=\sum_{k=1}^{5}C_k\bar{X}_{k(B)}=65.1243207$$

$$Y_0=\frac{66.6885247+65.1243207}{2}=65.90642$$

(6) 根据式(12)和式(11)计算Mahalanobis距离D^2和统计检验量F：

$$D^2=(66.6885247-65.1243207)(6+6-2)=1.56420406\times 10=15.6420406$$

$$F=\frac{(6+6-5-1)\times 6\times 6}{5(6+6-2)(6+6)}\times 15.6420406=5.631134$$

$\nu_1=5$，$\nu_2=6+6-5-1=6$

查F分布表，$F>F_{0.05(5,6)}=4.39$，故在0.05水平上显著，判别有效。

(7) 判别待定样品：因为$\bar{Y}_{(A)}>Y_0$，故凡判别函数值大于Y_0判属A，反之属B。

$Y_1=67.0030>Y_0$

$Y_2=65.09163<Y_0$

$Y_3=66.7816>Y_0$4

得到第一、第三地区应属A类，而第二地区属于B类。

贝叶斯逆概率判别分析

当判别因子全为定性变量时，可采用贝叶斯(Bayes)逆概率定理进行分析。有些学者也把这种分析归入判别分析中。如果资料是定量的，也可离散化变为定性数据后利用此法。主要原理是利用贝叶斯逆概率公式计算出一个个体出现的某些特征(如出现某些症状)时可归到各个类别(如各类疾病)的可能性大小，以此对该个体作出归类。

$$P(Y_i/X_{1k(1)}\cdots X_{jk(j)}\cdots X_{pk(p)})=\frac{P(Y_i)P(X_{1k(1)}/Y_i)\cdots P(X_{pk(1)}/Y_i)}{\sum_{i=1}^{m}P(Y_i)P(X_{1k(1)}/Y_i)\cdots P(X_{pk(1)}/Y_i)}$$

式中$i=1,2\cdots m$，表示m个类别(如要鉴别诊断的疾病，有m类)；$j=1,2\cdots p$，为有p个指标(如p个症状作为判别因子)；$X_{jk(i)}$指第j个指标(判别因子j)的第(k)项情况(或程度、水平)；$P(Y_i/X_{1k(i)}\cdots X_{pk(i)})$称为逆概率。例如从病人的情况推断属于哪种类别的概率，表示当病人的一组指标$X_{1k(i)}, X_{2k(i)}\cdots X_{pk(i)}$出现时，这个病人属于第i类(疾病)的可能性。公式(1)中的$P(Y_i)$为事前概率，指所有m类全部个体中第i类个体出现的可能性，$P(X_{jk(i)}/Y_i)$称为条件概率，表示属第i类的个体中，出现X_j指标(判别因子)中k水平的概率。$P(Y_i)P(X_{jk(i)}/Y_i)\cdots P(X_{pk(i)}/Y_i)$为联合概率。$P(Y_i)$和$P(X_{jk(i)}/Y_i)$都是根据过去历史资料得到的。

分析步骤主要分两部分：

(1) 取得$P(Y_i)$和$P(X_{jk(i)}/Y_i)$，如从以往确诊病人中，计算出各类疾病的相对出现概率$P(Y_i)$及其症状j的不同程度k出现概率。

(2) 代入病人的指标值，作出判断。例如，根据一个病人的症状，在m类疾病中作出鉴别诊断，这一病人属于哪类疾病。

例 尘肺病人寿命有长有短，现分成长(60岁以上)短(不满60岁)两类。根据一个煤矿的尘肺病例档案找出1929年前出生的病人随访队列作为建立判别公式所依据的对象，共986人，诊断为矽肺时都不到60岁。从这队列得到了如表中(3)列和(5)列的资料。现有一个采煤工人诊断为Ⅱ期煤矽肺，且伴有结核，求其活过60岁的可能有多大？

(1) 事前概率$P(Y_i)$可以从资料中算出，从表中数据可得在60岁前死亡的矽肺病例占13.4%，60岁后死亡占86.6%。

$$P(Y_1)=\frac{132}{132+854}=13.4\%$$

$$P(Y_2)=\frac{854}{132+854}=86.6\%$$

尘肺患者随访结果及$P(X_{jk(i)}/Y_i)$计算

指	标	Y_1(未活过60岁)		Y_2(活过60岁)	
X_j	$X_{jk(i)}$	$P(X_{jk(i)}/Y_i)$ 例数	%	$P(X_{jk(i)}/Y_i)$ 例数	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
X_1(TB)	X_{11}(有)	78	59.9	203	23.7
	X_{12}(无)	54	40.1	651	76.2
X_2(首诊期别)	X_{21}(Ⅰ期)	90	68.2	793	92.9
	X_{22}(Ⅱ期)	42	31.8	61	7.1
X_3(病型)	X_{31}(矽肺)	47	35.6	258	30.2
	X_{32}(其他)	85	64.4	596	69.8
X_4(工种)	X_{41}(掘进)	65	49.2	390	45.7
	X_{42}(采煤)	26	19.7	174	20.4
	X_{43}(其他)	41	31.1	290	33.9
每类人数		132		854	

(2) 计算寿命长、短两组病人的各类病情的条件概率，$P(X_{jk(i)}/Y_i)$，列于表的(4)、(6)列。计算方法是，分别将各指标在各类的分组人数除以此类的总人数，这一比值，作为条件概率。例如，TB的有无，在Y_1类中

$$P(X_{11}/Y_1)=\frac{78}{132}\times 100\%=59.9\%$$

$$P(X_{12}/Y_1)=\frac{54}{132}\times 100\%=40.10\%$$

在Y_2类中

$$P(X_{11}/Y_2)=\frac{203}{854}\times100\%=23.7\%$$

$$P(X_{12}/Y_2)=\frac{651}{854}\times100\%=76.3\%$$

这里可看出，寿命较短的病人(Y_1)中，结核病并发率较高。余同，得到了表中第(4)、(6)列。

(3) 从病人的病情等情况，测算寿命长短。该病人出现的指标值有X_{11}、X_{22}、X_{32}和X_{43}，其判别为Y_1和Y_2的联合概率分别为：

$P(Y_1)P(X_{11}/Y_1)\cdots P(X_{42}/Y_1)$

$=13.4\%\times59.9\%\times31.8\%\times64.4\%\times19.3\%=0.003\,172\,5$；

$P(Y_2)P(X_{11}/Y_2)\cdots P(X_{42}/Y_2)$

$=86.7\%\times23.7\%\times7.1\%\times69.8\%\times20.4\%=0.002\,077$

判别概率为：

这一病例 60 岁前死亡的概率：

$P(Y_1/X_{11},X_{22},X_{32},X_{42})$

$$=\frac{0.003\,172\,5}{0.003\,172\,5+0.002\,077}=0.604\,3(60.43\%)$$

这病例活过 60 岁的概率：

$P(Y_2/X_{11},X_{22},X_{32},X_{42})$

$$=\frac{0.002\,077}{0.003\,172\,5+0.002\,077}=0.395\,7(39.57\%)$$

结论：因$P(Y_1/X_{11}\cdots X_{42})>P(Y_2/X_{11}\cdots X_{42})$，所以可以认为该工人预后较差，估计 60 岁之前死亡的可能性较大。

贝叶斯判别分析

贝叶斯判别分析(Bayes discriminant analysis)是根据贝叶斯准则建立的判别分析技术。它根据事先收集的已知类别个体的各指标(判别因子)值资料，按贝叶斯准则，求得一组判别函数式；再把一个未知类别个体的各指标值代入判别函数式，从计算结果，判别这个体属哪一类。

用判别函数进行判别往往不能将各组完全正确地区分，会发生错误判别。贝叶斯准则就是使错误判别造成的损失为最小。这一准则可用数学方法表示。

将m个类别出现的可能性分别以P_1、P_2、$P_i\cdots P_m$代表，P_i称为事前概率，所有各类事前概率之和等于 1。现以$L(j/i)$表示一个属于i类个体错判为j类的损失，假定损失值为 1，则有

$$L(j/i)=\begin{cases}0,\text{当无错判时},i=j\\1,\text{当错判时},i\neq j\end{cases}$$

把实为i类错判到j类的概率记为$P(j/i)$，则实为i类错判为其他各类的总损失为

$$\sum_{\substack{j=1\\j\neq i}}^{m}P(j/i)L(j/i)$$

把所有这种错判造成的损失相加，用P_i加权平均，得

$$\tau=\sum_{i=1}^{m}P_i[\sum_{j=1}^{m}P(j/i)L(j/i)] \quad (1)$$

这样就可把贝叶斯准则化为数学上使τ达最小的方法来处理，从而建立判别函数式。

贝叶斯判别函数式，由一组(m个)方程式组成，如式(2)。将每个待判别的个体指标测值X_1、$X_2\cdots X_p$分别代入全部m个方程式中，得到Y_1、$Y_2\cdots Y_m$共m个判别值，找出其中最大的判别值，如Yg，则这个体被判为g类。

$$\begin{cases}Y_1=\ln P_1+C_{01}+C_{11}X_1+C_{21}X_2+\cdots+C_{p1}X_{p1}\\Y_2=\ln P_2+C_{02}+C_{12}X_1+C_{22}X_2+\cdots+C_{p2}X_{p1}\\\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\Y_m=\ln P_m+C_{0m}+C_{1m}X_1+C_{2m}X_2+\cdots+C_{pm}X_p\end{cases} \quad (2)$$

式(2)中，$Y_1\cdots Y_m$为判别值；$C_{01}\cdots C_{0m}$为判别函数式的常数项；$C_{p1}\cdots C_{pm}$为贝叶斯判别函数式的判别系数；$P_1\cdots P_m$为事前概率；$X_1\cdots X_p$为各个体的p个指标测值；ln为自然对数符号。

分析步骤：

(1) 收集已知类别个体的各观察指标测值$X_{ij}^{(s)}$。(S)表示属哪一类，总共有m类，i表示第i个体。S类有n_s个体，m类中各有n_1、$n_2\cdots n_s\cdots n_m$个体。观察指标有P个，j为其中一个，现将s类的个体$1\cdots i\cdots n_s$的各指标测值的格式列成如表 1。全部数据有m类，共有m个如表 1 的格式。

表 1　第s类各个体的测值格式

s类个体编号	观测指标				
	X_1	X_2	X_3	…	X_p
1	$X_{11}^{(s)}$	$X_{12}^{(s)}$	$X_{13}^{(s)}$	…	$X_{1p}^{(s)}$
2	$X_{21}^{(s)}$	$X_{22}^{(s)}$	$X_{23}^{(s)}$	…	$X_{2p}^{(s)}$
…	…	…	…	…	…
n_s	$Xn_{s1}^{(s)}$	$Xn_{s2}^{(s)}$	$Xn_{s3}^{(s)}$	…	$Xn_{sp}^{(s)}$
$\bar{X}_j^{(s)}$	$\bar{X}_1^{(s)}$	$\bar{X}_2^{(s)}$	$\bar{X}_3^{(s)}$	…	$\bar{X}_p^{(s)}$

(2) 计算出每一类的各个指标的平均数：

$$\bar{X}_j^{(s)}=\frac{1}{n_s}\sum_{i=1}^{n_s}X_{ij}^{(s)},\ s=1\cdots m;\ j=1\cdots p \quad (3)$$

(3) 计算出每一类离均差乘积矩阵 $l^{(s)}=(l_{jn}^{(s)})$：

$$l_{jn}^{(s)}=\sum_{i=1}^{n_s}(X_{ij}^{(s)}-\bar{X}_j^{(s)})(X_{in}^{(s)}-\bar{X}_n^{(s)})j,\ n=1,2\cdots p \quad (4)$$

(4) 计算出总离均差乘积矩阵 l：

$$l=l^{(1)}+\cdots+l^{(m)} \quad (5)$$

(5) 求总协方差矩阵V和逆矩阵V^{-1}，这里

$$V=\frac{1}{N-m}l,\quad N=\sum_{s=1}^{m}n_s \quad (6)$$

(6) 求判别系数$C^{(s)}=(C_1^{(s)},C_2^{(s)}\cdots C_p^{(s)})$及常数项$C_{0s}$：

$$C_{0s}=-\frac{1}{2}\bar{X}^{(s)\prime}V^{-1}\bar{X}^{(s)} \quad (7)$$

$$C^{(s)}=\bar{X}^{(s)\prime}V^{-1},\ \bar{X}^{(s)\prime}=(\bar{X}_1^{(s)}\cdots\bar{X}_p^{(s)}) \quad (8)$$

(7) 建立判别函数式：

$$Y_s=C_{0s}+C^{(s)}X+\ln P_s,\ s=1,2\cdots m \quad (9)$$

上式P_s中的s=1,2…m为事前概率，一般为每类个体数占总例数的比值；也可根据以往经验定出，X为指标测量向量。上式即为判别函数式。

(8) 回代与应用。用构造判别式的个体样本代入判别式，称为回代，回代结果可了解判别效果。应用时，将未知类别的个体代入判别式，选判别值Y_s最大的一个，为类别。

例 用三种心理测试的"评分"(以X_1、X_2及X_3表示)对256例具有六种不同精神状态的对象进行测定，所得三种评分的均数如表2所示。试建立6种精神状态的判别式

(1) 现已从原始数据计算出每类精神状态的每种指标的平均数(表2)、协方差矩阵V和它的逆矩阵V^{-1}(表3)。

表2 六种精神状态下的三种心理测试评分的平均值

精神状态类别	观察例数	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
焦虑	114	2.9298	1.6670	0.7281
癔病	33	3.0303	1.2424	0.5455
心理变态	32	3.8125	1.8438	0.8125
强迫观念	17	4.7059	1.5882	1.1176
个性改变	5	1.4000	0.2000	0.0000
正常	55	0.6000	0.1455	0.2182

(摘自C. R. Rao: Linear Statistical Inference and its Application)

表3 三种指标的协方差矩阵(1)与逆矩阵(2)

	(1)		
	X_1	X_2	X_3
X_1	2.3008	0.2516	0.4742
X_2	0.2516	0.6075	0.0358
X_3	0.4742	0.0358	0.5951
	(2)		
	X_1	X_2	X_3
X_1	0.5432	0.2002	0.4208
X_2	−0.2002	1.7258	0.0558
X_3	−0.4208	0.0558	2.0123

(2) 根据式(7)和式(8)求出各类的常数项和判别系数：

$$C_{01}=-\frac{1}{2}(2.9298\quad 1.6670\quad 0.7281)\begin{pmatrix}0.5432 & -0.2002 & -0.4208\\ -0.2002 & 1.7258 & 0.0558\\ -0.4208 & 0.0558 & 2.0123\end{pmatrix}\begin{pmatrix}2.9298\\1.6670\\0.7281\end{pmatrix}$$

$$=-3.4549$$

同理可得

$C_{02}=-2.7139$

$C_{03}=-4.9183$

$C_{04}=-5.8376$

$C_{05}=-0.5108$

$C_{06}=-0.0932$

$$C^{(1)}=(2.9298\quad 1.6670\quad 0.7281)\begin{pmatrix}0.5432 & 0.2002 & -0.4208\\ -0.2002 & 1.7258 & 0.0558\\ 0.4208 & 0.0558 & 2.0123\end{pmatrix}$$

$$=(0.9513,2.3310,0.3253)$$

同理可得：

$C^{(2)}=(1.1678,1.5679,-0.1081)$

$C^{(3)}=(1.3599,2.4641,0.1336)$

$C^{(4)}=(1.7680,1.8612,0.3573)$

$C^{(5)}=(0.7204,0.0649,\ 0.5780)$

$C^{(6)}=(0.2050,0.1432,0.1947)$

(3) 求判别式。算出事前概率。现从所收集各类病人数n_s与总人数n之比计算，得$P_1=114/256=0.4453$，P_2—P_6分别为0.1289，0.1250，0.0664，0.01953，0.2148。

从上面计算得到的P_s、C_{0s}、$C^{(s)}$即可列出如下的判别式：

$$Y_1=-0.8090+(-3.4549)+0.9513X_1+2.3310X_2+0.3253X_3$$

$$Y_2=-2.0487+(-2.7139)+1.1678X_1+1.5679X_2-0.1081X_3$$

$$Y_3=-2.0794+(-4.9183)+1.3599X_1+2.4641X_2-0.1336X_3$$

$$Y_4=-2.7120+(-5.8376)+1.7680X_1+1.8612X_2+0.3573X_3$$

$$Y_5=-3.9357+(-0.5108)+0.7204X_1-0.0649X_2-0.5780X_3$$

$$Y_6=-1.5378+(-0.0932)-0.2050X_1+0.1432X_2+0.1947X_3$$

此判别式可用于对未知病人根据其X_1、X_2、X_3测值作出诊断。将X_1、X_2、X_3代入上述判别式后，算出判别值Y_s，s=1,2…6，该病人最大判别值Y_s就是其所属的类别。

对数线性模型

对数线性模型(loglinear model)是处理危险因子、混杂因子和反应变量均为离散型的数据、或整理成列联表格式的数据的统计模型。它把列联表中的理论数m的对数(lnm)写成一个由若干因子的效应U项组成的线性模型。

现以三维二分类变量的列联表为例(表1)列出对数线性模型：

表1 三维二分类列联表格式

		A			
		A_1		A_2	
		B_1	B_2	B_1	B_2
C	C_1	X_{111}	X_{121}	X_{211}	X_{221}
	C_2	X_{112}	X_{122}	X_{212}	X_{222}

$$\ln m_{ijk}=U+U_{A(i)}+U_{B(j)}+U_{C(k)}+U_{AB(ij)}+U_{BC(jk)}+U_{AC(ik)}+U_{ABC(ijk)}\qquad(1)$$

式中m_{ijk}为三维二分类列联表中的理论数；i, j, k＝1,2；U为主效应；$U_{A(i)}$、$U_{B(j)}$和$U_{C(k)}$为单因素效应；$U_{AB(ij)}$、$U_{BC(jk)}$、$U_{AC(ik)}$为二因素效应；$U_{ABC(ijk)}$为三因素效应；并受下列条件约束：

$$\sum_i U_{A(i)}=\sum_j U_{B(j)}=\sum_k U_{C(k)}=0$$

$$\begin{aligned}\sum_i U_{AB(ij)}&=\sum_j U_{AB(ij)}=\sum_k U_{BC(jk)}\\&=\sum_j U_{BC(jk)}=\sum_i U_{AC(ik)}=\sum_k U_{AC(ik)}=0\end{aligned} \tag{2}$$

$$\sum_i U_{ABC(ijk)}=\sum_j U_{ABC(ijk)}=\sum_k U_{ABC(ijk)}=0$$

在列联表分析中，根据不同的假设，某些U项可以等于0。如变量A、B、C三因素交互效应不存在，此时，$U_{ABC(ijk)}=0$，模型式(1)可改为

$$\begin{aligned}\ln m_{ijk}&=U+U_{A(i)}+U_{B(j)}+U_{C(k)}\\&+U_{AB(ij)}+U_{BC(jk)}+U_{AC(ik)}\end{aligned} \tag{3}$$

这里各U项仍要满足式(2)的条件。

对数线性模型不要求指定哪一个变量是应变量，哪些是自变量。如要指定某一变量为应变量，也可以分析，因此它与logistic回归模型有类似的功能，可分析某些因素对某种反应(如发病、死亡)是否起作用，广泛应用于流行病学研究。

对数线性模型形式与假设检验 在一个对数线性模型中，根据模型包括的效应是否完全而将模型分为饱和模型如式(1)和非饱和模型如式(3)。非饱和模型则有很多种。若独立的U参数的个数等于列联表的总格子数，称这一模型为饱和模型，否则称为非饱和模型。

对数线性模型的检验假设是因子之间或因子与反应变量之间是独立的。根据这个假设和设立的不同线性模型可计算出m。

对数线性模型的拟合 有了实际数据，拟合各个对数线性模型，主要是根据模型求出m的估计值$\hat{m}$，而不是直接求出U项。估计值$\hat{m}$可用最大似然法得到。在某些模型中，利用降维列联表可以直接用简单公式求出$\hat{m}$。

拟合优度检验 通过对模型拟合优度的度量及其检验，可以说明模型拟合实测数据是否合适。拟合优度的度量方法很多，主要有：

1. Pearsonχ^2统计量。

$\chi^2=\sum(X-\hat{m})^2/\hat{m}$，X是实际频数，$\hat{m}$是相应格子的拟合值。统计量$X^2$的渐近分布为$\chi^2$分布，其自由度与$\{\hat{m}\}$有关。对2×2表，当$X_{ij}$较小时，可采用修正的X统计量：

$$\chi^2=\sum_{ij}\frac{(|X_{ij}-\hat{m}_{ij}|-\frac{1}{2})^2}{\hat{m}_{ij}},\ i,j=1,2$$

2. 似然比统计量g^2。

$g^2=-2\sum X\ln\frac{\hat{m}}{X}=2\sum X\ln\frac{X}{\hat{m}}$，$g^2$的渐近分布也是$\chi^2$分布，其自由度与$\{\hat{m}\}$有关。

3. 利用方差稳定变换，使得每个单元(格子)的分布基本接近标准正态分布 其中常用一种变换是Freeman—Tukey变换。

$$Z=\sqrt{X}+\sqrt{X+1}-\sqrt{4\hat{m}+1}$$

它的平方和$Z_1^2=\sum Z^2$的渐近分布为χ^2分布，其中自由度与$\{\hat{m}\}$有关。

模型的选择 当面临一批数据时，常需采取决策，选择适当的模型来对数据进行拟合，且计算量最小，而效果比较好 有许多决策方法。这些决策通常有以下几步。

(1) 常规的计算，将原始数据整理成为按各因子分层的列联表。

(2) 在(1)的基础上，选一个起始拟合模型，然后，对一系列与这个模型比较接近的模型(所谓两个模型比较接近，是指这两个模型的大部分U项相同)进行拟合。

(3) 在(2)的基础上，选一个比较好的拟合模型，然后重复(2)。

一种较为常用的模型选择方法为似然比统计量分解法。步骤如下：

构造一组分层模型H_1、$H_2\cdots H_k$，并且有$H_1\subset H_2\subset\cdots\subset H_k$。所谓$H_i\subset H_j$，是指$H_i$的所有U项包括在$H_j$中，这时称$H_i$嵌套于$H_j$。

分别拟合H_1，$H_2\cdots H_k$，并且得到对应的似然比统计量G_1^2，$G_2^2\cdots G_k^2$，按表2进行似然比估计值的分解。

表2 似然比估计值分解

分量来源	分量值	自由度
H_1	G_1^2	n_1
H_1与H_2差异	$G_1^2-G_2^2$	n_1-n_2
H_2	G_2^2	n_2
H_2与H_3差异	$G_2^2-G_3^2$	n_2-n_3
H_3	G_3^2	n_3
…	…	…
H_{k-1}与H_k差异	$G_{k-1}^2-G_k^2$	$n_{k-1}-n_k$
H_k	G_k^2	n_k

每一分量都服从χ^2分布，并且自由度已列出 选定显著水准α，按下述顺序作拟合优度检验。

从G_k^2开始由下往上作拟合优度检验，把已作检验的分量相加，在第一次出现对应于某两个相邻模型的差别是显著的或累加后的分量是显著的，即停止检验。若此时差别分量是$G_{i-1}^2-G_i^2$或累加后的分量为G_i^2，那么H_i或H_{i-1}即是所要选取的模型。

这一方法的不足之处是所选取的模型依赖于所构造的嵌套分层模型组H_1，$H_2\cdots H_k$。

例 为研究子宫颈癌与妇女在22岁以后生第一个孩子之间的关系，调查了1 025个妇女，得到下列三维列联表资料(表3)：这里，A变量有两个水平A_1、A_2，分别表示结婚时年龄＜20和≥20；B变量有两个水平B_1、B_2，分别表示患子宫颈

癌和未患子宫颈癌；C变量有两个水平C_1、C_2，分别表示 22 岁以前生小孩和 22 岁以后生小孩。

表 3　一个三维二分类联列表的实例

		A			
		A_1		A_2	
		B_1	B_2	B_1	B_2
C	C_1	198	107	30	21
	C_2	36	17	232	384

构造嵌套分层模型H_1、H_2、H_3：

H_1: $\ln m_{ijk} = U + U_{A(i)} + U_{B(j)} + U_{C(k)} + U_{AB(ij)} + U_{AC(ik)}$

H_2: $\ln m_{ijk} = U + U_{A(i)} + U_{B(j)} + U_{C(k)} + U_{AB(ij)} + U_{AC(ik)} + U_{BC(jk)}$

H_3：饱和模型(1)

这里，H_1表示B与C不存在交互作用效应；H_2表示A、B、C三因素不存在交互作用效应，即任何两个变量在第三个变量的各水平上的比数比是相同的。计算结果见表 4。

表 4　似然比估计值分解及显著性检验

分量来源	分量值	自由度	P
H_1	8.777 9	2	
H_1与H_2差异	2.924 2	1	
H_2	5.853 9	1	
H_2与H_3差异	5.853 9	1	< 0.05
H_3	0	0	1

故在H_1、H_2、H_3中选H_3来拟合实测资料。

H_3表明变量A、B、C之间存在二因素、三因素效应。平衡了结婚年龄之后，妇女是否在 22 岁以后生第一个孩子与子宫颈癌之间存在联系，二者并不独立。这说明，不能把A_1、A_2的两个四格表合并后来估计结婚年龄的早晚对子宫颈癌发生的影响。二级交互作用和三级交互作用存在的实际意义是：结婚年龄和生孩子的早晚对发生子宫颈癌都有影响。而且不同结婚年龄组时生孩子早晚对发生宫颈癌的影响也不相同。

通径分析

通径分析(path analysis)是利用专业的和统计学的知识，描述变量间联系的结构并进行定量分析的方法。分析观察变量间的联系，常常应用相关分析和回归分析的方法。如果有一批多变量数据要进一步分析某些自变量对应变量的直接或间接作用的大小，就需要结合统计学的和专业的知识来研究，通径分析正是在此基础上，来研究某些变量对应变量的直接的和间接的影响，并作出直观的和定量的描述。

通径图　直观的描述是用通径图(图 1 - 3)来表达的，它指出了要进行分析的各个因素对应变量作用的方式。一个因素对另一个因素的直接影响，用单箭头表示，称为通径(它的作用大小，以通径系数表示，可列在通径线上)，双箭头表示两个变量的相关(可列上相关系数)。

通径系数　利用专业知识作出的通径图形象地对变量间联系的结构描述之后，可进一步作定量分析，对单箭头联系的变量间关系计算出通径系数，这是通过多元回归分析方法得出的。参照这一结构列出多元回归方程式，设因素变量和结果变量的观察值为($X_1 \cdots X_p$)，Y的多元回归方程式为

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \cdots + \beta_i X_i + \cdots + \beta_p X_p \qquad (1)$$

当X_j又是$X_e \cdots X_k$等变量的结果变量时，

$$X_j = \alpha' + \beta_e^{(j)} X_e + \cdots + \beta_k^{(j)} X_k$$

标准偏回归系数：

$$b'_i = \frac{Sx_i}{Sy} b_i \qquad (2)$$

表示了标准化后的X(记作X'，$X' = \frac{X - \bar{X}}{S_x}$)单位变化对Y(标准化后记作Y'，$Y' = \frac{Y - \bar{Y}}{S_Y}$)的影响。在通径分析中就直接把$X_i$对Y的标准偏回归系数定义为通径系数，记作$P_{Yi}$。某变量$X_i$对Y作用的大小也可以通过该变量方差对Y方差贡献的大小来表示，此时称决定系数，记作d_{Yi}。它们之间的关系为：

$d_{Yi} = P_{Yi}^2$。

X_i，X_j相互独立，

$i, j = 1, 2 \cdots p$。

$$或 d_{Yi} = P_{Yi}^2 + \sum_{j \neq i} P_{ij} P_{Yi} P_{Yj} \qquad (3)$$

(X_i，X_j相互不独立，P_{ij}或r_{ij}是相关系数)

式(3)对所有变量相互之间，计算出相关系数，以后可按通径图作出较完整的分析。

通径图分析方法

只有一个结果变量Y的通径分析方法　由于通径图的形式多种多样，就有不同的分析方法。现以几个简单例子作说明。如有观察值Y及X_1、X_2、X_3，就有多种形式的通径图(图 1)。

(1)　一般多元回归模型的通径分析：图 1 中的(1)，各自变量之间互相独立($r_{12} = r_{13} = r_{23} = 0$)，这就是有三个自变量的一般多元回归方程式所表示的变量间的关系，三条通径的通径系数P_{Yi}，就是标准偏回归系数，$P_{Yi} = b'_{Yi}$，$i = 1, 2, 3$。决定系数d_{Yi}是通径系数的平方$d_{Yi} = P_{Yi}^2$。

$$剩余的通径 P_Y\mu = \sqrt{1 - P_{Y1}^2 - P_{Y2}^2 - P_{Y3}^2} \qquad (4)$$

(2)　有间接影响时的分析：图 1 除(1)外，其余(2) -(5)形式内，有些因素对Y有直接影响，而另一些有间

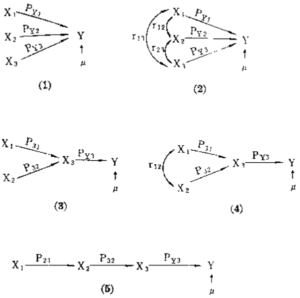


图 1　不同形式的通径图

接影响。其分析方法是在通径图中找出X_i与Y之间的所有通径。X_i与Y两变量的相关,是连结两变量的直接通径系数与所有其他直接通径系数与相关系数乘积的和。例如,从图1(2),X_1对Y的相关系数,得

$$r_{Y1}=P_{Y1}+r_{12}P_{Y2}+r_{13}P_{Y3} \quad (5)$$

其第一项是X_1对Y的直接影响,第二项、第三项则是X_1经X_2、X_3对Y的间接影响。

(3) 有中间结果变量的分析:图1(3)中,X_1、X_2两因素变量互相独立,它们各自对Y的联系程度则有$P_{Y1}=P_{31}P_{Y3}$,$P_{Y2}=P_{32}P_{Y3}$。

在图1(5),X_1与Y之间的通径系数X_2与Y之间的通径系数分别为

$$P_{Y1}=P_{21}\cdot P_{32}\cdot P_{Y3}$$
$$P_{Y2}=P_{32}\cdot P_{Y3} \quad (6)$$

(4) "不能在路径中有二个以上双箭头"的规定:分析图1中的(4)可用一个因素变量对结果变量的作用等于连结它们之间的所有通径的和来取得

$$r_{1Y}=P_{31}\cdot P_{Y3}+r_{12}\cdot P_{32}\cdot P_{Y3}$$

注意一个规定:"在一条从X_1到Y的路径中不能包括两个以上的双箭头",在图1的(2)中,只能有$X_1\to Y$,$X_1\to X_2\to Y$,$X_1\to X_3\to Y$三条路径,不能有$X_1\to X_2\to X_3\to Y$,$X_1\to X_3\to X_2\to Y$等路径。

决定系数有关系式(7),可用于验算计算是否正确。

$$\sum_i P_{Yi}^2+2\sum_i\sum_j P_{Yi}P_{Yj}r_{ij}=1,\ i<j,\ i=1\cdots n \quad (7)$$

有两个结果变量的通径分析方法　如果有两个结果变量Y、Z,并有如图2的通径图形式分析YZ之间的联系。第(1)种,因素变量X_1、X_2、X_3相互独立,则$r_{YZ}=P_{Y1}P_{Z1}+P_{Y2}P_{Z2}+P_{Y3}P_{Z3}$。第(2)种,因素$X_1$、$X_2$、$X_3$相互不独立,则,

$$\begin{aligned}r_{YZ}=&P_{Y1}P_{Z1}+P_{Y1}P_{Z2}r_{12}+P_{Y1}P_{Z3}r_{13}\\&+P_{Y2}P_{Z1}r_{12}+P_{Y2}P_{Z2}+P_{Y2}P_{Z3}r_{23}\\&+P_{Y3}P_{Z1}r_{13}+P_{Y3}P_{Z2}r_{23}+P_{Y3}P_{Z3},\end{aligned}$$

一般地有$r_{YZ}=\sum_i P_{Yi}P_{Zi}+\sum_i\sum_j(P_{Yi}P_{Zj}+P_{Yj}P_{Zi})r_{ij}$

$$i=1\cdots p. \quad (8)$$

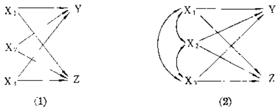


图 2　有三个因素两个结果变量的通径图

这一分析规则,可应用于某种特征的遗传度分析:在核心家庭的兄弟(姊妹)之间,这特征的相关为已知时,求得父母与子女之间的联系程度。

分析步骤　通径分析步骤可归纳为:①根据专业知识,画通径图;②根据通径图列出含通径系数的方程并且求解;③综合分析变量间直接的和间接的影响,进行不同通径模型间的比较。

例　现有41个城市的大气SO_2测值及气候、工厂数等数据(X_1-X_6),按通径模型分析气候、工厂数等因素对空气SO_2的影响,X_1-X_6分别表示:X_1:平均气温(℃);X_2:拥有20个或20个以上工人的企业数目;X_3:1970年普查人口数(4);X_4:平均风速(km/h);X_5:平均降水量;X_6:平均降水天数。

(1) 按照专业知识,建立一个通径图,如图3。

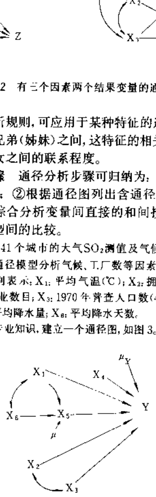


图 3　例子的通径图

(2) 根据通径图,列出求通径系数的方程式。

第一步,先用一般多元回归方法,算出下两式:

$$X_5=b_{15}X_1+b_{65}X_6$$
$$Y=b_{Y1}X_1+b_{Y5}X_5+b_{Y2}X_2+b_{Y3}X_3+b_{Y4}X_4$$

再根据式(2)求出标准偏回归系数,即通径系数P_{Yi},并记X'、Y'为X、Y的标准化后的变量。从上两式,得出下两个用通径系数表达的多元回归方程式:

$$X_5'=P_{51}X_1'+P_{56}X_6'$$

$Y' = P_{Y1}X_1' + P_{Y5}X_5' + P_{Y2}X_2' + P_{Y3}X_3' + P_{Y4}X_4'$

此例数据的运算结果为：

$X_5' - 0.754X_1' + 0.768X_6'$

$Y' = -0.337X_1' - 1.670X_2' - 1.686X_3' \quad 0.189X_4' + 0.196X_5'$

表1 41个城市空气SO_2及6个指标的数值

城市号	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
1	20.9	213	582	6	7	36	10
2	43.4	91	132	8	49	100	13
3	39.4	453	716	9	21	67	12
…	…	…	…	…	…	…	…
39	33.4	379	531	9	39	164	29
40	37.4	35	71	7	41	148	31
41	28.4	569	717	12	29	123	16

如果将原始数据在多元回归方法分析时，先计算出各变量之间的相关系数，如表2所列，可直接求出标准化多元回归方程式，与上两式的结果一致。

表2 例子中各变量之间的相关系数

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
X_1	1.000						
X_2	−0.188	1.000					
X_3	−0.063	0.955	1.000				
X_4	−0.350	0.237	0.213	1.000			
X_5	0.424	−0.029	0.017	0.005	1.000		
X_6	−0.430	0.131	0.042	0.164	0.443	1.000	
Y	−0.434	0.645	0.494	0.095	−0.015	0.370	1.000

下一步，对X_1'～X_5'对Y的回归方程式中的标准回归系数b_i'进行$\beta_i'=0$的假设检验。b_3'、b_4'、b_5'的检验结果，不拒绝β_3'、β_4'、β_5'等于0的原假设（无显著意义）。因此只有X_2（≥20以上工人的企业数）、X_1（平均气温）对Y有作用，剔除X_3、X_4、X_5三个因素后，得标准回归系数为：

$Y' = -0.3401X_1' + 0.5663X_2'$

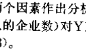


图4 经假设检验后，例子的通径图

通径图可改成图4。

(3) 分析结果。从图4的通径图，是属于图1的(1)形式，即一般多元回归形式。因此，可用式(1)、(2)、(3)对图4的通径图中两个因素作出分析。只有X_1（平均气温）和X_2（>20个工人的企业数）对Y产生直接影响，分别为(−0.3401, 0.5663)。

从上分析结果，影响空气SO_2的因素主要是X_1（平均气温）数，因为平均气温是自然因素，难以人为控制。控制大气中SO_2浓度，主要从企业对大气SO_2影响来作考虑。

logistic回归

logistic回归(logistic regression)是分析疾病与致病因素间联系的统计方法，是以疾病发生概率P为应变量，影响疾病发生因素为自变量X_i的回归分析方法。

在多元回归分析中，如直接以P为应变量，则方程为

$$p = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_mX_m \tag{1}$$

但用这样的方程，由$X_1, X_2, \cdots X_k$的数值代入估计$\hat{P}$时会出现小于零或大于1的不合理情况。为此，可对P进行对数单位(logit)转换，即取$\mathrm{logit}P = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$作为应变量。这样$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$可取$-\infty$到$\infty$之间任何数值。而P则在0到1范围之内。由此得logistic回归方程：

$$\mathrm{logit}P = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \cdots + \beta_mX_m \tag{2}$$

由式(2)可推导出

$$P = \frac{e^{\alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_mX_m}}{1+e^{\alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_mX_m}} \tag{3}$$

医学上许多研究对象的结局为二分类的，如发病与不发病、顺产与难产、死亡或存活以及治愈或未愈等都可以用logistic回归进行分析。

logistic回归有非条件logistic回归与条件logistic回归两种，分别用于不同的流行病学调查资料。示意如下：

流行病学调查
- 定群研究
- 病例—对照研究
  - 不配对病例—对照研究—非条件logistic回归分析
  - 配对病例—对照研究—条件logistic回归分析

兹以最简单的一个危险因素X，分暴露(X=1)与非暴露(X=0)两水平为例加以说明。logistic回归方程可记为

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \alpha + \beta X \tag{4}$$

由最大似然估计可推导出α及β与P_0及P_1的关系为

$$\alpha = \mathrm{logit}P_0 \tag{5}$$

$$\beta = \mathrm{logit}P_1 - \mathrm{logit}P_0 \tag{6}$$

其中P_1为暴露者发病率，P_0为非暴露者发病率。

例1 某病流行病学的病例—对照调查结果列成四格表如表1所为，试作logistic回归分析。

在四格表资料中，各种流行病学调查资料的分析方法是一样的。

将表中数据代入式(5)和式(6)得

$$\alpha = \mathrm{logit}P_0 = \ln\frac{2/82}{(1-2/82)} = \ln\frac{2}{80} = -3.688879$$

$$\beta=\mathrm{logit}P_1-\mathrm{logit}P_0=\ln\frac{10/50}{(1-10/50)}-\ln\frac{2/82}{(1-2/82)}$$

$$=\ln\frac{10}{40}-\ln\frac{2}{80}=-1.3862944-(-3.688879)$$

$$=2.3025846$$

表1 某病流行病学调查结果

	暴 露	非暴露
有病人数	10(a)	2(b)
无病人数	40(c)	80(d)

由此从logistic回归方程计算出P_1、P_0:

$$\ln\frac{P_1}{1-P_1}=\alpha+\beta X_1=-3.688879+2.302585X_1$$

$$=-1.386294$$

$$\ln\frac{P_0}{1-P_0}=\alpha+\beta X_0=-3.688879+2.302585X_0$$

$$=-3.688879$$

或者由式(3)得

$$P_1=\frac{e^{-3.688879+2.302585X_1}}{1+e^{-3.688879+2.302585X_1}}=\frac{0.25}{1.25}=0.2$$

$$P_0=\frac{e^{-3.688879+2.302585X_0}}{1+e^{-3.688879+2.302585X_0}}$$

$$=\frac{e^{-3.688879}}{1+e^{-3.688879}}=\frac{0.025}{1+0.025}=0.02439$$

由四格表中数据也可直接算得P_1及P_0:

$$P_1=\frac{10}{50}=0.2$$

$$P_0=\frac{2}{82}=0.02439$$

由此可以验证式(5)(6)。

相对危险度是流行病学研究中十分重要的内容,在logistic回归分析中可用下式求比数比ψ估计相对危险度RR。

$$\psi=e^{\beta(X_1-X_0)} \tag{7}$$

式中X_1是X在高水平时的测值,X_0为X在低水平时的测值。

本例$X_1=1$,$X_0=0$,则

$$\psi=e^{\beta(1-0)}=e^{\beta}=e^{2.302585}$$

$$=10$$

在一般流行病学统计分析中

$$\psi=\frac{ad}{bc} \tag{8}$$

本例

$$\psi=\frac{10\times80}{2\times40}=\frac{800}{80}=10$$

结果是一样的。

在多个自变量时,logistic回归分析要复杂得多。其步骤如下:

列出调查得到的原始数据 如表2和表3。

表中Y值不是0就是1,0表示未发病或无某一现象,1表示发病或是发生了某现象。X_{i1},$X_{i2}\cdots X_{im}$为响应于等i个个体的协变量。

表2 非条件Logistic回归的数据表式

观察样本	Y	X_1	X_2	…	X_m
1	Y_1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1m}
2	Y_2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2m}
3	Y_3	X_{31}	X_{32}	…	X_{3m}
…	…	…	…	…	…
n	Y_n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{nm}

表3 条件logistic回归的数据表式

配对组号	Y	X_1	X_2	…	X_m
1	(病例)1	X_{101}	X_{102}	…	X_{10m}
	(对照1)0	X_{111}	X_{112}	…	X_{11m}
	(对照2)0	X_{121}	X_{122}	…	X_{12m}
	…	…	…	…	…
	(对照r_1)0	X_1r_11	X_1r_12	…	X_1r_{1m}
2	(病例)1	X_{201}	X_{202}	…	X_{20m}
	(对照1)0	X_{211}	X_{212}	…	X_{21m}
	(对照2)0	X_{221}	X_{222}	…	X_{22m}
	…	…	…	…	…
	(对照r_2)0	X_2r_21	X_2r_22	…	X_2r_{2m}
…	…	…	…	…	…
i	(病例)1	X_{i01}	X_{i02}	…	X_{i0m}
	(对照1)0	X_{i11}	X_{i12}	…	X_{i1m}
	(对照2)0	X_{i21}	X_{i22}	…	X_{i2m}
	…	…	…	…	…
	(对照r_i)0	X_ir_i1	X_ir_i2	…	X_ir_{im}
…	…	…	…	…	…
n	(病例)1	X_{n01}	X_{n02}	…	X_{n0m}
	(对照1)0	X_{n11}	X_{n12}	…	X_{n1m}
	(对照2)0	X_{n21}	X_{n22}	…	X_{n2m}
	…	…	…	…	…
	(对照r_n)0	X_nr_n1	X_nr_n2	…	X_nr_{nm}

资料共有n个配对组,第i(i=1,2…n)个配对组内共有$1+m_i$个观察对象,1个病例,相应的协变量为X_{i01},$X_{i02}\cdots X_{i0m}$;r_i个对照,相应的协变量为X_{ikj},$k=1,2\cdots r_i$,$j=1,2\cdots m$。

参数估计 采用极大似然方法。

(1) 非条件logistic回归:由表2数据,某病发病的概率为

$$P(Y=1/X_1,X_2\cdots X_m)$$

$$=\frac{\exp(\alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_mX_m)}{1+\exp(\alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_mX_m)} \tag{9}$$

不发病的概率为

$$P(Y=0/X_1,X_2\cdots X_m)$$

$$=\frac{1}{1+\exp(\alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_mX_m)} \quad (10)$$

则似然函数为

$$L=\prod_{i=1}^{n}[P(Y_i=1/X_{i1,\ldots,}X_{im})]^{Y_i}$$

$$[P(Y_i=0/X_{i1,\ldots,}X_{im})]^{1-Y_i}$$

$$=\prod_{i=1}^{n}\left[\frac{\exp(\alpha+\beta_1X_{i1}+\cdots+\beta_mX_{im})}{1+\exp(\alpha+\beta_1X_{i1}+\cdots+\beta_mX_{im})}\right]^{Y_i}$$

$$\left[\frac{1}{1+\exp(\alpha+\beta_1X_{i1}+\cdots+\beta_mX_{im})}\right]^{1-Y_i} \quad (11)$$

由对数似然方程 $\frac{\alpha \ln L}{\alpha\beta}\mid_{\hat{\beta}}=0$，可得参数的极大似然估计。

(2) 条件logistic回归分析：在表3中，在第i组中出现的数据正如表3结果的概率为

$$P(Y_{i0}=1, Y_{i1}=0, Y_{i2}=0, Y_ir_i=0/X_1, X_2\cdots X_m)$$

$$=\frac{\exp(\sum_{j=1}^{m}\beta_jX_{i0j})}{\sum_{k=0}^{ri}\exp(\sum_{j=1}^{m}\beta_jX_{ikj})}$$

$$=\frac{1}{1+\sum_{k=1}^{ri}\exp[\sum_{j=1}^{m}\beta_j(X_{ikj}-X_{i0j})]} \quad (12)$$

则似然函数为

$$L=\prod_{i=1}^{n}\{1/[1+\sum_{k=1}^{ri}\exp[\sum_{j=1}^{m}\beta_j(X_{ikj}-X_{i0j})]]\} \quad (13)$$

由对数似然方程 $\frac{\alpha \ln L}{\alpha\beta}|_{\hat{\beta}}=0$，可得参数的极大似然估计。

模型和参数的假设检验 模型的假设为 $H_0: \beta_1=\beta_2=\cdots=\beta_m=0$。

可采用似然比检验，

$$\chi^2=2(\ln L_k-\ln L_o) \quad (14)$$

$\ln L_K$ 是估计了k个参数的对数似然值，$\ln L_o$ 是不含参数的对数似然值。在假设 H_0 成立的条件下，χ^2 近似服从 $\chi^2(k)$。

参数的假设为 $H_{0i}: \beta_i=0, i=1,2\cdots m$。

可采用Z检验，其检验统计量为

$$Z_i=\hat{\beta}_i/SE(\hat{\beta}_i) \quad (15)$$

其中 $\hat{\beta}_i$ 是 β_i 的极大似然估计，$SE(\hat{\beta}_i)$ 是 $\hat{\beta}$ 的标准误。在假设 H_{0i} 成立条件下，Z_i 近似服从 $N(0,1)$

例2 为分析某病人的恢复情况Y：0未恢复，1恢复；与病情严重程度 X_1：0不严重，1严重；年龄 X_2（岁）；疗法 X_3：0新疗法，1传统疗法的关系，测得40名病人数据见表4。试作非条件logistic回归分析。

(1) 用logistic回归计算程序计算得logistic回归方程为：

$$\hat{P}=\frac{e^{0.436\,0+0.107\,7X1+0.098\,4X2+0.207\,0X3}}{1+e^{0.436\,0+0.107\,7X1+0.098\,4X2+0.207\,0X3}}$$

此式也可写成

$$\hat{P}=1/\{1+\exp(0.436\,0-0.107\,7X_1-0.098\,4X_2-0.207\,X_3)\}$$

相应于 β_1、β_2 及 β_3 的三个标准差为

$SE(\hat{\beta}_1)=0.079\,5$

$SE(\hat{\beta}_2)=0.068\,5$

$SE(\hat{\beta}_3)=0.083\,2$

表4 原始数据结果

观察样本	Y	X_1	X_2	X_3
1	1	0	20	1
2	1	0	23	1
3	1	0	32	1
4	1	0	38	1
5	1	1	25	1
6	1	0	20	0
7	1	0	24	0
8	1	0	28	0
9	1	0	30	0
10	1	0	32	0
11	1	0	38	0
12	1	1	26	0
13	1	1	29	0
14	1	1	34	0
15	1	1	33	0
16	1	1	38	0
17	1	1	40	0
18	0	0	22	1
19	0	0	26	1
20	0	0	29	1
21	0	0	34	1
22	0	0	30	1
23	0	0	38	1
24	0	0	37	1
25	0	1	24	1
26	0	1	25	1
27	0	1	29	1
28	0	1	32	1
29	0	1	34	1
30	0	1	37	1
31	0	1	40	1
32	0	1	40	1
33	0	0	33	0
34	0	0	36	0
35	0	1	24	0
36	0	1	34	0
37	0	1	32	0
38	0	1	36	0
39	0	1	38	0
40	0	0	39	0

(2) 对模型作检验：用式(13)、(14)计算得：

$$\chi^2=2(\ln L_3-\ln L_o)=2[-22.083-(-27.274)]=10.382$$

$\chi^2>\chi^2_{0.05(3)}$，$P<0.05$。说明模型在0.05水平上显著，可以用此模型来分析不同病情、不同疗法对病人恢复的影响。

(3) 用式(15)作各因素的显著性检验,得

$Z_1=-1.3547$

$Z_2=-1.4365$

$Z_3=-2.4880$

在0.05水平下,只有疗法因素X_3有统计意义。

(4) 由分析结果得到,疗法X_3对病人的恢复有作用,新疗法优于传统疗法。病情严重程度(X_2)、年龄(X_1)对病人恢复未见有统计学意义。

(5) 对有作用的X_3估计相对危险度:

$e^{\beta_3}=e^{0.0832}=1.0868$

新疗法效果是传统疗法的1.0868倍,可见虽比传统疗法有效,但效果相差并不大。

Cox回归模型

对于慢性疾病如恶性肿瘤、冠心病等病人的随访资料,可以对自开始观察到某事件(如死亡等)发生的时间进行分析,称为生存分析。本世纪60年代发展起来的比例风险模型(proportional hazard model)是一种比较理想的多变量生存分析方法。1972年英国统计学家D. R. Cox的工作使得比例风险模型的理论和实用性大大地推进了一步。因此学者们就把它称为Cox比例风险模型或Cox回归模型。

Cox回归模型的基本结构是:

$h(t,X)=h_0(t)\psi(X,\boldsymbol{\beta})$

$\psi(X,\boldsymbol{\beta})$一般常取下面三种形式之一:

对数线性型: $\psi(X,\boldsymbol{\beta})=e^{\beta'X}$ (1)

线性型: $\psi(X,\boldsymbol{\beta})=\boldsymbol{\beta}'X$ (2)

logistic型: $\phi(X,\boldsymbol{\beta})=\frac{e^{\beta'X}}{(1+e^{\beta'X})}$ (3)

兹以对数线性型为例加以说明如下:

$$h(t,X)=h_0(t)\exp[\sum_{i=1}^{p}\beta_iX_i]=h_0(t)\exp(\beta'X) \quad (4)$$

式中t为生存时间;若研究的事件是死亡,h(t, X)表示恰在t时刻某研究个体死亡的可能性,称瞬时死亡率,或称为瞬时危险度;$X=(X_1,X_2\cdots X_{p-1},X_p)$,表示可能与生存有关的个体特征所构成的协变量向量,其中的元素可以是定量的,或定性的;$h_0(t)$实质上是X=0时的瞬时危险度h(t|X),称为基准危险度;$\boldsymbol{\beta}'=(\beta_1,\beta_2\cdots\beta_{p-1},\beta_p)$代表模型的回归系数向量。

Cox回归模型和一般回归不同之处在于,首先它不是直接用生存时间作为回归方程式的应变量,协变量对生存期的影响间接通过基准函数$h_0(t)$和h(t,X)来反映,而且这里的$h_0(t)$和h(t,X)也是未知的。在完成参数估计以后,可对$h_0(t)$和h(t,X)作出估计,并由此获得某一观察时间的生存率s(t):

$$S(t,X)=\exp[-\int_0^t h(t,X)ds]=s_0(t)^{\exp(X,\beta)} \quad (5)$$

其中$s_0(t)$为基准生存率

Cox回归模型作为一种生存分析方法,具有如下特性:①能在诸多因素共存的条件下,分析每一因素对生存的影响。②能充分利用最后一次观察时,病人仍存活,生存期为生截数据或由于失访或因其他意外疾病死亡而未能继续随访或不死于其他疾病时,最后因本病死亡所能存活的时间的数据的信息。③对生存时间的分布无特殊要求。④毋需发病率低、观察时间短等假定以及在流行病学研究中可方便地计算出相对危险度。因此,Cox回归模型在临床医学,基础医学和预防医学领域中得到了广泛的应用。

根据生存时间是否有重合,参数估计的方法不同,故又分为连续Cox模型和离散Cox模型两类。

连续Cox模型 当观察个体的生存时间没有重合时,应采用连续Cox回归模型来分析。

可用下列偏似然函数来估计参数

$$L=\prod_{i=1}^{d}\{\exp(\beta'X_i)/\sum_{j\in R_i}\exp(\beta'X_j)\} \quad (6)$$

式中R_i表示i时刻的暴露人群(或称危险集);$j\in R_i$指R_i中的第j个个体;$\sum_{j\in R_i}$指对R_i中的每一个体求和;$\exp(\beta'X)/\sum_{j\in R}\exp(\beta'X)$为条件危险率,$\prod_{i=1}^{d}$指对所有失效个体的条件危险率连乘。式(1)中的$h_0(t)$在这里已经约去

假定3例观察对象中,前两例失效,最后一例生截,则偏似然函数为:

$$L=\{\exp(\boldsymbol{\beta}'X_1)/[\exp(\boldsymbol{\beta}'X_1)+\exp(\boldsymbol{\beta}'X_2)+\exp(\boldsymbol{\beta}'X_3)]\}\times\{\exp(\boldsymbol{\beta}'X_2)/[\exp(\boldsymbol{\beta}'X_2)+\exp(\boldsymbol{\beta}'X_3)]\} \quad (7)$$

对生存时间少量重合时,需用下列的似然函数来估计β:

$$L_{(\beta)}=\prod_{i=1}^{k}\frac{\exp(\boldsymbol{\beta}'s_i)}{\sum_{j\in R_i}\exp(\boldsymbol{\beta}'X_j)^{d_i}} \quad (8)$$

式中k指d例死亡中,不重合生存时间值个数,$k\leq d$;d_i表示在t_i时刻死亡的人数(即重合数),$\sum d_i=d$;$s_i=\sum_{l\in d_i}X_l$,为在时点i时所有死亡个体的协变量向量和。

参数估计 式(6)、(8)都可由对数似然方程($\partial\ln L/(\partial\beta)=0$,求得$\beta'$的估计值。

假设检验 检验$\beta=0$的假设,主要有三种方法:Wald检验(又称回归系数检验),似然比检验和得分检验(又称梯度检验)。

Cox回归模型的医用指标 在完成模型参数估计和检验后,一般尚需作进一步的分析,如评价疾病的预后,了解一定时期后的生存情况,计算相对危险度等。

(1) 预后指数(prognostic index, PI):PI用于估计预后。式(4)可见($\boldsymbol{\beta}'X$)直接影响到危险度,($\beta'X$)大,死亡率高,预后差;反之,($\boldsymbol{\beta}'X$)小,死亡率低,预后较好,即($\boldsymbol{\beta}'X$)可用来反映预后,故称预后指数,用式(9)计算

$$PI=\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_{p-1}X_{p-1}+\beta_pX_p \quad (9)$$

(2) 生存率和生成曲线：利用下式可以计算出基础生存函数$\hat{S}_0(t_k)$，即所有协变量为零时的生存率。

$$\hat{S}_0(t_k)=\prod_{i=1}^{k}\left[1-\frac{1}{\sum_{j\in R_i}\exp(\hat{\beta}'X_j)}\right] \quad (10)$$

式中k为失效病人的生存时间序号　有关符号含义见前。在协变量作用下的生存函数$\hat{S}(t_k,X)$为

$$\hat{S}(t_k,X)=[\hat{S}_0(t_k)]^{\exp(\hat{\beta}'X)} \quad (11)$$

据此，可绘出不同因素水平下的生存曲线。

(3) 相对危险度：反映各危险因素对疾病发生作用的大小，可用相对危险度(RR)表示。利用Cox回归模型可很方便地计算RR：

$$RR=\frac{h_0(t)\exp(\beta'X)}{h_0(t)\exp(\beta'X^*)}$$

$$=\exp[\beta(X-X^*)] \quad (12)$$

X^*为参照组的变量。它表示具有不同协变量(X,X^*)个体间的相对危险度。如该因素用"1"和"0"表示，则：

$RR=\exp[\beta_i(1-0)]=e^{\beta_i}$，$(i=1,2,\cdots p)$

例　根据某一抗原(Ag)是否阳性把白血病人分为两组，不同病人的生存时间(自研究开始到死亡)及白细胞计数(WBC)列于表1，试据此作Cox回归模型分析。

表1　不同Ag组白血病病人生存时间与白细胞计数

Ag阳性组($N_1=17$例)		Ag阴性组($N_2=16$例)	
生存时间(月)	白细胞(10^9/L)	生存时间(月)	白细胞数(10^9/L)
1	100	2	27
1	100	3	10
4	17	3	28
5	52	3	21
16	6	4*	19
22	35	4	26
26*	32	4	100
39	5.4	7	1.5
56	9.4	8	31
65*	2.3	16	9
65	100	17	4
100	4.3	22	5.3
108	10.5	30	79
121	10	43	100
134*	2.6	56	4.4
143	7	65	3
156	0.75		

* 表示生截(此表为假设数据)

表中可见，生存时间少量重合，估计参数用式(6)。用t表示生存时间；δ表示是否死亡，1为死亡，0为生截。还有两变量：Ag分组和白细胞计数。Ag阳性取1，阴性取0；为避免计算中过分受大数的影响，对白细胞数取对数值。表1整理后得表2。

把两变量都纳入模型。由式(4)和表2得到偏似然函数：

$$L(\beta_1\beta_2)=\prod_{i=1}^{20}\frac{\exp(\beta_1 s_{i1}+\beta_2 s_{i2})}{[\sum\exp(\beta_1 x_{j1}+\beta_2 x_{j2})]^{d_i}}$$

上式右边为各时点的$j\in i$病例的似然贡献的连乘积。例如第15时点的病例的似然贡献为

表2　Cox回归模型分析原始数据表

生存时间序号(i)	t_i	δ	d_i	X_1(Ag)	X_2(logWBC)
1	1	1	2	1	2.000 0
	1	1		1	2.000 0
2	2	1	1	0	1.431 3
3	3	1	3	0	1.000 0
	3	1		0	1.447 2
	3	1		0	1.322 2
4	4*	0	3	0	1.278 8
	4	1		1	1.230 4
	4	1		0	1.415 0
	4	1		0	1.000 0
5	5	1	1	1	1.716 0
6	7	1	1	0	0.176 7
7	8	1	1	0	1.491 4
8	16	1	2	1	0.778 2
	16	1		0	0.954 2
9	17	1	1	0	0.602 1
10	22	1	2	1	1.544 1
	22	1		0	0.724 3
	26*	0		1	1.505 1
11	30	1	1	0	1.897 6
12	39	1	1	1	0.732 4
13	43	1	1	0	2.000 0
14	56	1	2	1	0.973 1
	56	1		0	0.643 5
	65*	0		1	0.361 7
15	65	1	2	1	2.000 0
	65	1		0	0.477 1
16	100	1	1	1	0.633 5
17	108	1	1	1	1.021 2
18	121	1	1	1	1.000 0
	134	0		1	0.415 0
19	143	1	1	1	0.845 1
20	156	1	1	1	−0.124 9

$$e^{(1+0)\beta_1}+e^{(2.0000+1.4771)\beta_2}/(e^{\beta_1+0.3617\beta_2}+e^{\beta_1+2\beta_2}+e^{0.4771\beta_2}+\cdots$$
$$+e^{\beta_1+0.8451\beta_2}+e^{\beta_1-0.1249\beta_2})$$

同理可得到其他不同时刻似然贡献的表达式。由此不难得到$L(\beta_1,\beta_2)$在计算机上计算得到表3结果。

表3　两因素Cox回归模型参数估计及估计标准误

变量	极大似然估计值($\hat{\beta}$)	估计标准误(SE)	Wald检验
X_1	−1.112	0.454	$P<0.01$
X_2	0.902	0.335	$P<0.01$

结果表明，Ag和白细胞计数对病人的生存均产生影响($P<0.01$)。由β前的负号可知，Ag阳性者危险较小；而白细胞数的增加

对病人不利。

离散Cox模型 当生存时间有较多重合或样本大时，为简化计算，可以人为地把生存时间分组。此时，可采用离散的Cox模型分析。

设整个随访期，对n个个体观察生存过程。生存时间按由小到大划分m个区间（相当于m个离散点）(t_1,t_2)，$(t_2,t_3)\cdots(t_{m-1},t_m)$，$(t_m,t_{m+1})$。设任一区间的死亡概率都服从logistic分布，则：

$$死亡概率P_F[(t_i,t_{i+1}),X] = \frac{\exp(\alpha_i+\beta X)}{1+\exp(\alpha_i+\beta X)} \quad (13)$$

$$生存概率P_S[(t_i,t_{i+1}),X] = \frac{1}{1+\exp(\alpha_i+\beta X)} \quad (14)$$

生截概率用下式估计：

$$P_C[(t_i,t_{i+1}),X] = \frac{1}{\sqrt{1+\exp(\alpha_i+\beta X)}} \quad (15)$$

式中$i=1,2,\cdots,m$；α_i为区间参数，$\beta=(\beta_1,\beta_2\cdots\beta_p)$为因素参数。

随访结束时n个个体的似然函数为：

$$L(\alpha,\beta)=\prod_{i=1}^{m}\prod_{Fi}\frac{\exp(\alpha_i+\beta X)}{1+\exp(\alpha_i+\beta X)}$$

$$\prod_{si}\frac{1}{1+\exp(\alpha_i+\beta X)}\cdot\prod_{ci}\frac{1}{\sqrt{1+\exp(\alpha_i+\beta X)}} \quad (16)$$

式中F_i、S_i和C_i分别表示区间i的死亡，生存和生截集。

由对数似然方程$\frac{\partial \ln L}{\partial \alpha}=0$和$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta}=0$，可估计出$\alpha$和$\beta$。统计检验以及医学应用指标的计算同连续的Cox模型。

Cox回归模型的计算繁复，必须借助计算机，已有现成的Cox模型生成分析软件可供使用。

参 照 值

参照值

从健康个体观察或测定到的数据，称为参照值（reference value），过去称为正常值。正常（指健康的）人、动物或其他生物的某种解剖、生理特征测值，或取自生物体的如血液、胃液、唾液、毛发、尿液等生物标本中某种理化特征的测值，在生物医学中称为正常值（normal value）。在医学检查手段发达的今天，很难找到绝对健康的人为对象，只能从所研究的医学化验指标来讲，把健康状况相对地良好的人作为对象，故用参照值一词更为合适。

为了制定参照值和使用参照值，须给参照个体、参照总体、参照样本、参照值区间等以确切的概念。参照个体指的是按某特定的标准选择的个体。参照总体是由所有的参照个体组成。参照样本是代表参照总体的适当数量的参照个体组成的一个群体。参照值区间是指参照值的某一特定部分，例如从2.5%位数到97.5%位数之间的部分。参照值是从参照个体观察到或测量到的某种定量指标的数值。

制定参照值的上下限值，主要用作判断有病与无病的界限。检查病人得到的一项医学化验测值，凭参照值的上下限才能作出是否有病的判断。由于用于诊断的医学检验的新方法在不断地创造出来，所以参照值的制定是一项经常性的研究项目。预防医学中，检测人体微量元素是否不足，判断人体铅、汞等有害元素含量是否过高等都要应用参照值。

制订参照值限值，应注意一些影响因素及校正方法。

（1）测定方法：如血清钾的测定，化学法的测值与火焰光度法的测值不同，上、下限值也不相同，应分别制订不同方法的限值。

（2）对象：必须是健康人群。必要时，用医学方法排除有病的人。应排除有职业接触毒物史，近期有服药史，有慢性病史等人。

有时，要注意一些特殊生理状态的影响，如月经期、怀孕、剧烈运动或强劳动之后。

对象的性别、年龄对测值有影响时，可考虑按性别、年龄分组制定限值。对象的身高、体重对某些医学检验测值有影响，如肺活量等测值受身高影响大，这时可用回归方法校正。

（3）测定时间与条件：因某些指标的参照值受膳食、饮水影响，或有昼夜变异，应于空腹、清晨采样或采用24 h尿样等方法。

(4) 地区差别：这包括不同国家、不同地区长期营养、生活习惯、地理特点（如高山地区）以及民族等差别。是否有影响，须研究后才能判断。一般说来，似乎不必各个地区、甚至各个国家分别制订各国的参照值。只在个别特殊情况下，制订特殊情况的参照值限值，如高地（3000 m以上）居民的血红蛋白的参照值区间。

参照值区间

参照值区间是指参照值的某种特定部分，一般指参照值分布中的第2.5%位数到97.5%位数部分，这两个限值常作为是否常见的临界值。参照值区间的制订，使医学检查指标在鉴别病人与非病人等方面具有实际应用意义。制订步骤如下：

计划与调查 制订计划要包括确定医学指标、采样和化验方法，调查对象的性别、年龄等特征，调查样本含量等。

调查样本的含量，如不考虑人力、经费等因素时，稍多为好。如性别、年龄组间有显著差别，则须按性别、年龄分成各个组，分别决定样本含量。习惯上每组如有100例左右，才可作频数分布表以观察数据分布形状。调查时，注意严格按计划执行。

数据的整理与分析 数据先按性别、年龄分组，比较各组间有否显著差别，如有差别，可考虑按性别、年龄组分开制订各组参照值限值。

从一批数据制订出95%参照值的上下限值，须：

(1) 整理成频数分布表，必要时绘制直方图以观察分布形状。

(2) 如形状接近正态分布，则作正态性检验（具体方法见"正态性检验"条），结果如为接受从正态总体抽出的样本这一假设，则用下述的第(3)步方法，制出参照值上下限值。如正态性检验结论为不呈正态分布时，则将数据作对数变换后作正态检验，得到接受原假设的结果之后，再用第(3)步方法，得出参照值上下限值。如果上述两种方法都未成功，可采用其他的数据变换方法，如平方根变换、Box－Cox变换等。

(3) 根据正态分布制订限值。测值呈正态分布或变换后新变量呈正态分布时，均可按：平均数±1.96×标准差作为95%参照值的上下限；平均数±2.576×标准差作为99%参照值的上下限值。

有时某种医学化验指标只有偏高一端或偏低的一端有实际意义。这时要计算单侧尾部概率为5%或1%的参照值限值，可采用下式：

平均数＋1.645×标准差（或平均数－1.645标准差），

平均数＋2.326×标准差（或平均数－2.326标准差）

参照值限值的另一制订方法是用正态分布之外的分布函数拟合，再根据这一分布函数计算尾部面积的界值。

除了上述方法之外，亦可不根据分布原理直接计算0.025位值、0.975位值，作为95%参照值的上下限。

例 调查某地农村40岁以上168名健康农民血清胆固醇测值如表1第(1)、(2)列。已知男女间的胆固醇平均值无显著差别，求95%参照值上下限值。

表1 168名40岁以上健康农民血清胆固醇测值

胆固醇 (mmol/L)	组中值X (1)	频数f (2)	$f(X-\bar{X})$ (3)	$f(X-\bar{X})^2$ (4)	$f(X-\bar{X})^3$ (5)	$f(X-\bar{X})^4$ (6)
2.2	2.4	6	−9.19	14.06	−21.53	32.96
2.6	3.0	21	−19.55	18.02	−16.94	15.77
3.0	3.4	31	−16.46	8.74	−4.64	2.46
3.4	3.8	35	−4.58	0.60	−0.08	0.01
3.8	4.2	34	9.15	2.46	0.66	0.18
4.2	4.6	16	10.70	7.16	4.79	3.21
4.6	5.0	17	18.17	19.43	20.77	22.20
5.0−	5.4	8	11.75	17.26	25.36	37.26
合计		168		88.45	8.39	114.05

用表1中(1)、(2)列的数值作频数分布表及正态性检验（见"正态性检验"条的检验结果）。

偏度系数：

$$g_1=\frac{8.39/168}{(\sqrt{88.45/168})^3}=0.1307$$

峰度系数：

$$g_2=\frac{114.05/168}{\left(\sqrt{\frac{88.45}{168}}\right)^4}-3=-0.5509$$

偏度系数g_1在$\alpha=0.05$范围之内，接受从一正态分布总体中的原假设。而峰度系数g_2为负值，且有显著性，$P<0.05$。表示它从平宽峰度的总体中抽出。

正态性检验不是很理想。问题不在偏度而在峰度上。上述变量变换方法一般只能校正分布的偏度，要校正峰度很困难。其次可考虑用其他分布拟合来代替正态分布。在这例子中，也很困难。常用的描述连续性定量变量的分布函数，不适用于此例对称的数据。最后的选择有两种，一种是用非参数统计方法，求出2.5%和97.5%两个位值，另一种是校正其峰度。后一种方法见"多级正态性变换"

条。前一种方法的步骤为：

(1) 算出各组频数的累计数及其百分比(见表2)。

(2) 找出0.025，0.975百分位值的所在组，记下上、下两个界限点$X_上$、$X_下$及其相应百分比$p_上$、$p_下$。

(3) $2.5\%位值=X_下+组距\cdot\frac{(0.025-p_下)}{(p_上-p_下)}$

$$97.5\%位值=X_下+组距\frac{(0.975-p_下)}{(p_上-p_下)}$$

表2 各组频数的累计数及百分比

分组	1.8—	2.2—	2.6	3.0—	3.4—	3.8—	4.2—	4.6—	5.0
频数累计	0	6	27	58	93	127	143	160	168
频数累计%	0	3.57	16.01	34.52	55.36	75.60	85.12	95.23	100

$$下限=0.025位值=2.2+0.4\frac{(0.025-0)}{(0.0357-0)}=2.48$$

$$上限=0.975位值=5.0+0.4\frac{(0.975-0.9523)}{(1.00-0.9523)}=5.19$$

这说明，有95%的正常人，其血清胆固醇是在2.48～5.19 mmol/L之间。凡超出这个范围者，要考虑有异常。

两变量参照值

某些疾病经常同时作两种(或两种以上)变量的医学检查。在参照样本中，也相应有两种(或两种以上)变量的参照值。因此，诊断时应采用两种(或两种以上)变量同时检查的参照人群的参照值进行比较。这种参照值称为两变量参照值。

另一种情况是，为了使诊断更加符合实际情况，常须同时考虑影响诊断指标的几个变量。例如，人的心脏面积与身高有关，因此在根据X线胸片上心脏面积(一个变量)诊断心脏是否扩大时，应当先用回归法校正参照人群不同身高(另一个变量)时的心影面积，再作诊断指标用。

两变量参照值的制订有下列数种方法。

两变量正态分布拟合 先将两种变量分别作正态性检验。如果有一种变量呈偏态分布，可用适当变量变换方法使新变量分布接近正态，再作正态性检验。如符合总体呈正态假设，则求出拟合两变量正态分布的参数及概率密度函数(见“分布拟合”条)其区间由下式确定。

$$Q=\frac{1}{1-r^2}\left[\frac{(X-\bar{X})^2}{s_x^2}-\frac{2r(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{s_x s_y}+\frac{(Y-\bar{Y})^2}{s_y^2}\right]\leqslant\chi^2_{\alpha,2} \quad (1)$$

当$\alpha=0.05$时，所得椭圆面是95%的参照值区间。$\chi^2_{\alpha,2}$为自由度为2时的χ^2值。当$\alpha=0.01$时，得到的椭圆面是99%的参照值区间。

对某一个体来说，当$Q\leqslant\chi^2_{\alpha,2}$时，在参照限值之内；当$Q>\chi^2_{\alpha,2}$时，在参照限值之外。

回归法 将成对数据——X、Y，计算出回归方程式$\hat{y}=a+bx$，及固定X值后的Y值标准差$S_{y\cdot x}$(见“直线回归”条)用下一式计算参照值的限值：

Y的参照值上下限

$$=a+bx+t_{\alpha(n-2)}\cdot s_{y\cdot x}\cdot\sqrt{1+\frac{1}{n}+\frac{(X-\bar{X})^2}{\sum(X-\bar{X})^2}} \quad (2)$$

当n相当大(例如>100)，显著性水平α定为0.05时，

$$Y参照值上下限=a+bx\pm2s_{y\cdot x} \quad (3)$$

应用时，只要将一个病人的X测值代入Y上下限值回归方程式计算出Y的参照值上下限值。如果实测Y值在上下限范围之内，表示在参照值区间之内；否则为超出参照值。

如果变量X有同样重要性，那末可计算校正Y的变量X的参照值上下限。

回归法常用于测定肺活量的各种指标的参照值。这些参照值受身高、体重等因素影响，用回归法可得校正身高、体重影响的参照值限值。儿童的X线胸片上面积、受年龄或身高的影响，可用回归法得出校正年龄或身高之后的心脏投影面积。

回归法也可处理两种以上的变量，要用多元回归方程式来代替简单直线回归方程式。

两种或两种以上变量变换成一个综合变量 用这个新变量Y，采用单一变量的参照值限制订方法求出上下限值。

变换办法有多种。最简单的是将两个变量用简单比值或简单公式变换为新变量。例如用体重与身高的比例。有较多的变量变换成一个综合变量，可采用多元统计中主成分分析办法，得第一(第二等)主成分，作为综合指标。

混杂样本剖析的奇异点去除法

由不同质的观察单位组成的样本称为混杂样本(mixed sample)。比如，在制订参照值区间时，由于对影响因素的无知或疏忽，把有病的人混在健康人中作为调查对象，这样的一批人就是一个混杂样本。又如医院检验方法改变，前后资料缺乏同质性，有时新旧资料的界限不清，也是混杂样本。

在混杂样本中，偏离整个主体分布的个别数据，称为奇异点。这些缺乏代表性的数据，在制订参照值区间前应去除。一般是在某一α水准上把这些奇异点去除。

例如某项化验做了n例对象，得X_1、X_2…X_n个观察值。对每一个X_j，计算它被去除后所对应的均数$\bar{X}_{(j)}$和标准差s_j^2。计算$\bar{X}_{(j)}$和$s_{(j)}$所用的数据是n个化验数据中去掉第j个数据所剩下的n－1个数据，即：

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_i X_i}{n-k-1}, \quad i \neq j \qquad (1)$$

$$s_j^2 = \frac{1}{n-k-2}\sum_i (X_i - \bar{X}_j)^2, \quad i \neq j \qquad (2)$$

k是去除奇异点过程进行到第j步时所去除的奇异点的个数。j＝1…m。m是去除奇异点过程所进行的总步数，m≥n。

按如下公式计算t值，

$$t = \sqrt{\frac{n-k-1}{n-k}} \cdot \frac{X_j - \bar{X}_j}{s_j}, \text{自由度为} n-k-2 \qquad (3)$$

去除奇异点步骤：

(1) 对第一个化验结果X_1，计算它去除后所对应的均数$\bar{X}$和标准差s_1，然后按式(3)计算t值。因这时尚没有去除奇异点，k＝0，所以式(3)成为

$$t = \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot \frac{X_1 - \bar{X}_1}{s_1} \qquad (4)$$

在所定的α水准上，如果$t > t_{\alpha,n-2}$，则把X_1去除，反之则不去。

(2) 按式(1)、(2)、(3)，计算下一个化验结果所对应的均数和标准差，再计算t值，并判断它是否为奇异点。若$t > t_{\alpha,n-2}$，则可认为它是奇异点，应当去除掉，反之则保留。

这一过程将进行m步(m≥n)，直到所剩下的所有化验数据在α水准上，都不能当作“奇异点”被去除时为止。

应用这一方法去除奇异点后分布呈正态，并应从图形上看出数据的分布主体是呈正态分布的。对偏离正态性较远的数据，可通过简单的变换(如对数变换、平方根变换)，转换成接近正态分布。

又如收集到某地387名3—7岁儿童血液化验结果，所测指标是红细胞内游离原卟啉(FEP)(单位：μmol/L)，用以评价儿童缺铁情况。由于资料来自缺铁和非缺铁儿童相混杂的样本，所以应先去除奇异点，分离出非缺铁儿童的样本。然后制订非缺铁儿童红细胞内游离原卟啉的参照区间。

原始数据的均数、标准差、偏度系数、峰度系数以及对它们进行Z检验时的结果见表1。

表1 例中数据的均数、标准差、偏度系数和峰度系数

人　数：387	偏度系数：1.728 8	峰度系数：4.975 3
均　数：0.60	Z_1：13.884 7	Z_2：19 979 0
标准差：0.33	P_1：0.000 0	P_2：0.000 0

由表1的结果看出，偏度和峰度都距正态性很远，因此要先进行正态性变换。

对数变换Y＝log(X)以后，表1中各统计量的结果见表2所示。由表2的Z检验结果，可知转换后数据的分布在α＝0.2水准上，满足正态性的要求

表2 例中数据变换后的均数、标准差、偏度系数和峰度系数

人　数：387	偏度系数：－0.088 4	峰度系数：－0.155 3
均　数：0.06	Z_1：－0.709 8	Z_2：－0.623 4
标准差：0.009	P_1：0.477 8	P_2：0.533 0

按式(1)、(2)、(3)对转换后的数据去除奇异点，所定的α水准为单侧α＝0.025，结果有10个人(2.58%)的值被认为是奇异点而被去除。然后利用剩下的377名儿童，制订红细胞内游离原卟啉的参照区间。

采用多级正态性变换法，把这377名儿童的FEP值变换成正态分布，变换步骤为：

$$Y = \log(-X + 6.132) \qquad (5)$$

$$Z = \frac{Y - 1.011\,2}{0.175\,8} \qquad (6)$$

$$Y' = |Z|^{1.285} \qquad (7)$$

多级正态变换后，数据的均数为－0.000 02，标准差为1.107 2，参照值区间为

(－2.170 1，　2.170 0)

按式(5)、(6)、(7)反变换回去，即得去除奇异点后数据的参照值区间为

(2.341 6，　4.138 4)

再用对数变换Y＝log(X)的反变换，即得原始数据去除奇异点后的参照值区间为

(10.40，　62.70)

若用非参数法估计，则参照值区间为(10.70，83.00)。这个范围要宽得多。造成这一现象的原因是，它的计算所用的数据包含了混杂样本。这些偏离分布主体的数据对参照值区间的影响是很大的。因此，在未去除奇异点之前，就制订参照值区间是不恰当的。

混杂样本剖析的Gram-Charlier级数法

混杂样本数据的分布常呈现两个或多个峰。这些峰可以用不同的数学式来表达，相应的数学式就代表了“不同质”的样本。这种分析方法称为混杂样本剖析。在混杂样本剖析中Gram-Charlier级数法是目前较好的一种，它主要有两方面的优点：①虽然它是从正态分布导出的，但它可以代表一系列的非正态分布，并且对所描述的数据的分布没有什么假设要求。②Gram-Charlier级数的系数是分布函数的矩，具有明显的几何意义，而且使用

方便。

在采用这个方法时只考虑混杂样本是两个不同质样本的集合。在多个样本混杂存在的情况下，剖析法的原理是一样的，只不过估计的参数多一些而已。

混杂样本中两个不同质样本的分布分别用两个不同的Gram-Charlier级数描述，那么整个数据的分布就可以用两个Gram-Charlier级数的和来表达。混杂样本剖析的过程正好与此相反，先用两个Gram-Charlier的和来描述整个混杂样本，然后用非线性最小二乘法来估计参数，最后，把两个Gram-Charlier级数拆开来，每一个级数分别代表不同的样本，完成剖析过程。对剖析出的参照样本，可利用Gram-Charlier级数的表达式制定精确的95%参照值区间。

Gram-Charlier级数一般形式为

$$Y=f(z)-\frac{1}{3!}\left(\frac{\mu_3}{\sigma_3}\right)f^{(3)}(z)+\frac{1}{4!}\left(\frac{\mu_4}{\sigma^4}-3\right)f^{(4)}(z)-\frac{1}{5!}\left(\frac{\mu_5}{\sigma^5}-\frac{10\mu_3}{\sigma^3}\right)f^{(5)}(z)+\cdots, \quad (1)$$

其中f(z)是标准正态密度函数；$f^{(i)}(z)$是它的第i阶导数；μ_i是分布的第i阶矩，$i=3,4,5\cdots$；$z=\frac{X-\mu}{\sigma}$，μ、σ分别为分布的均数和标准差。

通常所用的是它的简化形式，即只取式(1)的前三项所得到的式：

$$Y=a\cdot\exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)\left[1-\frac{\gamma}{2}\left(z-\frac{z^3}{3}\right)\right] \quad (2)$$

参数γ是分布的偏度系数，当$\gamma=0$时，式(2)变成标准正态密度函数。参数a表示对应于均数μ处的分布频数。式(2)的另外两个参数是μ和σ。

把收集的混杂样本数据适当分组后，整理成频数分布表的形式，用如下的两个Gram-Charlier级数之和来描述这个频数分布。

$$Y=a_1\cdot\exp\left(-\frac{z_1^2}{2}\right)\left[1-\frac{\gamma_1}{2}\left(z_1-\frac{z_1^3}{3}\right)\right]+a_2\cdot\exp\left(-\frac{z_2^2}{2}\right)\left[1-\frac{\gamma_2}{2}\left(z_2-\frac{z_2^3}{3}\right)\right] \quad (3)$$

其中$Z_i=\frac{X-\mu_i}{\sigma_i}$，$\mu_i$和$\sigma_i$分别为第i个样本的均数和标准差，$i=1,2$。

式(3)中待估计的参数有8个，即μ_1、σ_1、γ_1、a_1和μ_2、σ_2、γ_2、a_2。

采用非线性曲线拟合法，估计这些参数，使得实际值Y与理论值$\hat{Y}$之差的平方和达到最小值，

$$Q=\sum(Y-\hat{Y})^2 \quad (4)$$

在实际计算中，为了使Q值更快地达到最小值，采取加"阻尼"因子的方法，使每进行一次迭代，保证Q值减少一次，直到取得最小值。迭代过程结束时，得到参数的估计值。

频数都是整数，但在迭代过程中，有些参数估计值会使得Gram-Charlier级数为负值。如负值数值很小，可不计；有时也可能数值相当大。为避免出现这种情况，在每次迭代过程中，应选择参数估计值，使它们保证所得到的Gram-Charlier级数的值为非负值。

例如，今收集到某城市736名50—60岁男性空腹血糖(单位mmol/L)。其中有些人患有糖尿病，而大部分人不患有此病。糖尿病病人空腹血糖大大高于非糖尿病人的空腹血糖。该混杂样本的分布见表1的第1、2两栏。由此看出，混杂样本有两个峰，一个大致在5.2 mmol/L左右，另一个大致在10.8 mmol/L左右。分析步骤为：

(1) 以公式(3)为模型，用非线性最小二乘法拟合表1的第1、2两栏数据。在保证样本的理论值为非负数的条件下，所得到的最优参数分别为：

$\mu_1=6.0$, $\sigma_1=1.07$, $\gamma_1=0.419$, $a_1=139.97$

$\mu_2=10.5$, $\sigma_2=1.34$, $\gamma_2=2.34$, $a_2=9.85$

由剖析的结果看来，两分布的偏度系数γ_1、γ_2都为正值，属正偏态分布。但剖析而得的第2个样本的理论人数在观察值为3.06－14.16 mmol/L范围内出现负值，而数值又很小，每组不到1人。人数出现负值是不合理的，应予删去。

表1 例中数据"混杂样本剖析"后的结果

X	观察人数	理论人数	样本1理论人数	样本2理论人数
3.06－	4	2.49	2.49	0.00
3.61	9	16.17	16.17	0.00
4.17－	62	50.61	50.62	－0.01
4.72－	85	99.70	99.74	－0.04
5.28－	154	137.55	137.69	－0.14
5.83－	123	137.24	137.61	－0.37
6.39－	111	103.97	104.72	－0.75
6.94－	65	64.67	65.61	－0.94
7.50－	33	35.56	35.64	－0.08
8.06－	23	20.00	17.11	2.89
8.61－	11	14.69	7.00	7.69
9.17－	16	14.43	2.22	12.21
9.72－	15	13.75	0.55	13.20
10.28－	6	9.98	0.10	9.88
10.83－	7	4.99	0.01	4.97
11.39－	2	1.77	0.00	1.76
11.94－	1	1.32	0.00	1.32
12.50－	5	2.08	0.00	2.08
13.06－	3	2.36	0.00	2.36
13.61－14.16	6	1.84	0.00	1.84
总计	736	735.16	667.28	57.87

实际分布有736人，而表1的合计理论值删去样本2中负值部分后为737.48人，因此需对每一组别的理论

频数乘以$\frac{736}{737.48}$,以使得校正后的理论频数合计值为736。这一校正法,只对参数a_1和a_2有影响,故a_1和a_2分别乘以$\frac{736}{737.48}$。

校正后的结果见表2所示。

表2 表1的结果经校正后理论总人数与实际总人数相等的结果

X	观察人数	样本1 理论人数	样本2 理论人数	合计
3.06—	4	2.48		2.48
3.61—	9	16.14		16.14
4.17—	62	50.52		50.52
4.72—	85	99.54		99.54
5.28—	154	137.41		137.41
5.83—	123	137.33		137.33
6.39—	111	104.51		104.51
6.94—	65	65.48		65.48
7.50—	33	35.57		35.57
8.06—	23	17.08	2.88	19.96
8.61—	11	6.99	7.67	14.66
9.17—	16	2.22	12.18	14.40
9.72—	15	0.55	13.17	13.72
10.28—	6	0.10	9.86	9.96
10.83—	7	0.01	4.96	4.97
11.39—	2		1.76	1.76
11.94—	1		1.32	1.32
12.50—	5		2.08	2.08
13.06—	3		2.35	2.35
13.61—	6		1.84	1.84
	736	675.93	60.07	736.00

最后,两混杂样本所服从的Gram-Charlier级数分别为

$$Y_1 = 139.69\exp\left(-\frac{z_1^2}{2}\right)\left[1-\frac{0.419}{2}\left(z_1-\frac{z_1^3}{3}\right)\right] \quad (5)$$

$$Y_2 = 9.83\exp\left(-\frac{z_2^2}{2}\right)\left[1-2.342\left(z_2-\frac{z_2^3}{3}\right)\right] \quad (6)$$

其中,

$$z_1 = \frac{X-6.0}{1.07} \quad (7)$$

$$z_2 = \frac{X-10.5}{1.34} \quad (8)$$

Y_1可认为是非糖尿病人空腹血糖的分布,Y_2可认为是糖尿病人空腹血糖分布。

(2) 制定非糖尿病人空腹血糖95%参照区间。这要利用Y_1级数(式5),用下法得出。

①首先确定在实际血糖测值范围内,Y_1值不出现负值。现实际血糖测值范围为3.0到13.6 mmol/L, Y_1都是非负值。②将测值X,用式(7)变换为z_1值,求出分布中两侧尾部面积各为2.5%的Z_L、Z_u两个临界值。实际血糖测值范围为3.0与13.6,即z=−2.8与7.1。

用下式算出A值:

$$A=\int_{-2.8}^{7.1} Y_1(z_1)dz_1 = 351$$

用下式得出z_L、z_u

$$\int_{-2.8}^{z_L} Y_1(z_1)dz_1 = 0.025\,A$$

$$\int_{-2.8}^{z_u} Y_1(z_1)dz_1 = 0.925\,A$$

结果,得z_L为1.77,z_u为2.15。

③变换为x,得95%参照区组为:(4.1,8.3)。

剂量效应与剂量反应分析

剂量效应与剂量反应分析

在毒理学和药理学中常进行毒物或药物对生物体的作用的定量研究。这就是剂量效应(dose-effect)研究;如结果以二项分类定性变量如发病、未发病等表示,则称为剂量反应(dose-response)研究(见“接触效应和接触反应”条)。

例如,实验动物吸入了不同剂量的一氧化碳后形成碳氧血红蛋白;分析一氧化碳是与碳氧血红蛋白量之间的关系即剂量效应研究。如果将实验动物分成几个组,各组给不同剂量的一氧化碳,大剂量造成一些动物中毒死亡。分析剂量与死亡率之间关系即为剂量反应研究。

剂量效应或剂量反应研究目的,主要是确定是否存

在剂量与效应或剂量与反应关系。如存在这一关系，则需进一步确定药物的有效剂量，毒物的安全剂量。在剂量反应研究中，半数有效剂量(ED_{50})或半数致死剂量(LD_{50})表示药物或毒物对机体作用的强度。在药理学中，剂量表示实际经口或注射的量；而在现场研究中，工人所接触的有害物质经呼吸道吸入的剂量就不易正确地计算出来，故常用接触水平一词来代替剂量。

估计ED_{50}(或LD_{50})的方法很多。Bliss法是最精确的方法，但其计算烦杂(可用计算机)。现有多种简化的方法如目测法等。用平均值近似或补插方法得到ED_{50}的有Kärbar法、移动平均法、序贯法等。

半数致死量

半数致死量(LD_{50})是指一个毒物在实验生物的群体中可引起半数死亡的剂量。在毒理学中用以表示某一化学物的毒性。LD_{50}的数值越小，表示毒性越高。反之数值越大，毒性越低。半数有效剂量(ED_{50})是指毒物或药物对实验生物群体可引起一半动物产生某种反应的剂量。统计处理方法与LD_{50}相仿。

LD_{50}是通过动物实验，将实验数据作统计分析而得

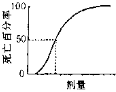


图1 S形曲线

到。在实验时，将一群动物等分为k组，每组给予不同剂量，各组有不同的死亡率，以毒物剂量作横轴，死亡百分率为纵轴制成曲线，则得到一个长尾的S形曲线(图1)。从图可以看出，在低剂量或高剂量处，剂量改变对动物的死亡率影响较小，而在曲线中段，即在50%死亡率附近，坡度较陡，剂量稍有增减，即能引起死亡率的急剧改变。所以，使用LD_{50}作为毒物急性作用的指标是最精确的。进一步统计处理须将横轴中的剂量改成对数，则剂量对数与死亡百分率便成一个对称的S形曲线(图2)。

为使计算更为方便，还须再将对称S形曲线的死亡率转换为概率单位，使之转换成直线(图3)。

这样可按直线方程式$y=bx+a$计算，该方程式表示直线内x和y值的关系，x代表剂量对数，y代表死亡百分率的概率单位，在直线上的概率单位等于5(死亡率50%)处的剂量对数，查其反对数，即得实际单位的半数致死剂量。

在实验设计时注意：应把实验动物分成若干组，每组动物数量最好相等，分别给予不同剂量的试验毒物。两组间的组距应按几何级数依次增加，通常在1.3—1.5范

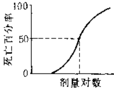


图2 剂量对数与死亡百分率的S形曲线关系

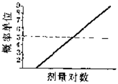


图3 剂量对数与概率单位形成的直线关系

围。例如第一组(最低组)剂量为0.2 mg/kg，则第二组应为$0.2\times1.3=0.26$ mg/kg，第三组应为$0.26\times1.3=0.34$ mg/kg，余依次类推。

设计时，可进行预试以了解该毒物的大致LD_{50}范围。一般可先用9只动物，以三种不同剂量的毒物处理，剂量间距离可大些(例如10倍)。如低剂量组为1 mg/kg，则第二组为10 mg/kg，第三组为100 mg/kg。如三组动物均无死亡，剂量可再向上增大，再用9只动物试验。如三组动物均死去，则应向下减少剂量再作试验。如第一组动物未死，第二、三组动物死去，即可假定大致剂量在1—10 mg/kg之间。此后在这范围内分组，每组几个动物作试验。实验数据可用目测概率单位法(见"概率单位目测法"条)、加权直线回归法(见"Bliss概率单位法)、Kärber法(见"kärber法"条和序贯法等求出LD_{50}及其可信区间。

序贯法 亦称上下法。是选择一系列按等比级数排列的数值，将动物一只一只序贯地进行实验。此法适用于快速反应试验，方法简便，节约动物。操作时先选择一个接近50%反应率的剂量，当动物出现阴性反应(不死)时，就用高一级剂量给予下一只动物；反之，当出现阳性反应(死亡)时，就改用低一级剂量给予下一只动物。试验所需动物应在试验开始前就确定好。由于把剂量集中使用在50%反应率上下，故可节省实验动物。但此法不易求得误差，因此对两种不同处理方法所求的LD_{50}值，无法进行显著性测验，无从比较。

Bliss概率单位法

Bliss概率单位法(Bliss probit method)是分析药物(或毒物)对实验动物进行剂量反应关系研究时一种分析实验数据的方法。在这一方法中，把剂量作对数变换，发病(或死亡等反应)的百分比作概率单位变换，对数剂量与概率单位呈现线性联系后作加权回归方法分析，得到ED_{50}(或LD_{50})的估计值及估计误差

概率单位定义为"z+5"。z为标准正态离差(见"概率单位变换"条)。在Bliss法的运算中,有"反应百分比、概率单位换算表"(附录四表 7),从反应百分比p,可查出相应的概率单位数值。其步骤如下:

(1) 将实验结果,每一剂量组的剂量、试验动物数n、反应数r列出,分别将各组剂量取对数值,计算出各组反应率p(=r/n)。将各组的反应率p通过概率单位表(附录四表 7)变换成概率单位,以Y表示。

(2) 将x、Y作一直线回归,得回归式Y=a+bx从每个x值代入此回归式,得期望概率单位Y,通过下式得纠正值Y_c。

$$Y_c=(Y+Q/Z)-q/Z$$
$$Y_c=(Y-P/Z)+p/Z \qquad (1)$$

上式中p为反应率,q=1−p。P为与概率单位相当的正态曲线下左侧面积,Q=1−P;Z为标准正态分布中的纵坐标。从附录四表 9 可查出(Y+Q/Z)和(Y−P/Z)及 1/Z值。从式(1)可得各剂量组的纠正概率单位Y_c,或称为作业用概率单位。

(3) 通过式(2)、(3)计算出x、Y_c的加权回归系数b和截距a,以便求回归方程式:

$$b=\frac{\sum nwxY_c-(\sum nwx)(\sum nwY_c)/\sum nw}{\sum nwx^2-(\sum nwx)^2/\sum nw} \qquad (2)$$

$$a=\bar{Y}_c-b\bar{x} \qquad (3)$$

式中w为权重,可查附录四表 8 而得。

$$\bar{Y}_c=\sum nw\bar{Y}_c/\sum nw,\ x=\sum nwx/\sum nw$$

然后再用所得的回归方程式,计算出各组期望概率单位Y,重复上述运算步骤一直到先后两次b值相同或相差极小为止。

(4) 通过式(4)、(5)计算出log ED_{50}(以M表示)及其误差s_M。

$$M=\frac{5-a}{b} \qquad (4)$$

$$s_M=\frac{1}{b}\sqrt{\frac{1}{\sum nw}+\frac{(M-\bar{x})^2}{\sum nwx^2-\bar{x}^2\sum nwx}} \qquad (5)$$

例 用DDT对家蚊作剂量反应实验,结果如表 1。试求LD_{50}及其可信限。

表 1 不同浓度DDT对家蚊死亡的实验

DDT 浓度 (c)	浓度对数值 (d)	蚊虫数 (n)	死亡数 (r)	死亡率 (p)	概率单位 (y)	$x=\frac{d+1}{0.3010}$ (x)
0.2	0.699 0	60	6	0.100	3.72	1
0.4	0.398 0	60	13	0.217	4.23	2
0.8	−0.097 0	60	22	0.367	4.67	3
1.6	0.204 1	60	36	0.600	5.25	4
3.2	0.505 1	60	51	0.850	6.04	5

(1) 将剂量(表 1 第 1 列)作对数变换得表 1 第 2 列d。为了计算方便,用$x=\frac{d+1}{0.3010}$作变换(0.301 0 是浓度对数值的组距),得表 1 最后一列,以x表示。将死亡率查概率单位表(附录四表 7),得概率单位数值y。

(2) 用目测法,将x、y作直线回归,得回归式

$$y=2.7+0.667x$$

(3) 根据所得的回归式,计算期望概率单位y,见表 2 的第(4)列。按式(1)计算纠正概率位Y_c,得表 2 第(5)列。以表 2 第(2)列的概率单位,查附录四表 8 得相应的加权系数,并乘以n,得表 2 第(6)列。表 2 中第(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)列的数值用于计算加权回归系数b和截距a。

表 2 例子的加权回归运算

x (1)	y (2)	n (3)	期望概率单位 Y (4)	纠正概率单位 Y_c (5)	动物数×加权系数 nw (6)	nwx (7)	nwY_c (8)	nwx^2 (9)	nwY_c^2 (10)	$nwxY_c$ (11)
1	3.72	60	3.39	3.81	14.25	14.25	54.24	14.25	261.15	54.29
2	4.23	60	4.07	4.23	28.28	58.56	119.62	113.12	506.01	239.25
3	4.67	60	4.73	4.67	36.97	110.91	172.65	332.73	806.28	517.95
4	5.25	60	5.40	4.25	36.03	144.12	189.16	567.48	993.09	756.63
5	6.04	60	6.06	6.03	24.28	121.40	146.41	607.00	882.84	732.04
					139.81	447.24	682.13	1 634.58	3 449.37	2 300.16

按式(2)、(3),得

$$b=\frac{\sum nwxY_c-(\sum nwx)(\sum nwY_c)/\sum nw}{\sum nwx^2-(\sum nwx)^2/\sum nw}$$

$$=\frac{2\,300.16-\frac{447.24\times682.13}{139.81}}{1\,634.58-\frac{447.24^2}{139.81}}=0.58$$

$$a=\bar{Y}_c-b\bar{X}=\frac{682.13}{139.81}-0.58\,\frac{447.25}{139.81}=3.1$$

由此得加权回归方程式Y=0.58x+3.1

x化为对数剂量d,$Y=\frac{0.58(d+1)}{0.3010}+3.1=1.926d+5.026$

以上计算是第一轮的加权回归方程式,从这个方程式计算出来的各组期望概率单位,再用表 2 方式,计算出第二轮的加权回归

方程式。由此一轮轮计算下去，直到前后两轮的结果相同或相差极小为止。如果不加权的直线回归方程式与第一轮加权回归方程式已很接近，第一轮的计算已可结束。然后执行第(4)步。

(4) 按式(4)和(5)计算半数有效剂量的对数值M(d)及其标准误$s_{M(d)}$。

$$M=\frac{5-a}{b}=\frac{5-3.1}{0.58}=3.276$$

$$M(d)=\frac{5-5.026}{1.926}=-0.0135$$

$$s_M^2=\frac{1}{b^2}\left[\frac{1}{\sum nw}+\frac{(M-\bar{x})^2}{\sum nwx^2-\bar{x}^2\cdot\sum nwx}\right]$$

$$s_M=\frac{1}{0.58}\sqrt{\frac{1}{139.81}+\frac{(3.28-3.2)^2}{203.90}}=0.145$$

$s_{M(d)}=0.145\times0.301=0.0436$

(轴的移动对s不受影响，折算成d单位，只要乘以0.3010)

M(d)的95%可信区间：

$M(d)\pm t_{0.05}\cdot s_{M(d)}=0.0135\pm1.96\times0.0436$

$=0.0990-0.0720$

换为原单位(反对数)$LD_{50}=0.9694(0.932-1.18)$

概率单位目测法

概率单位目测法，又称作图法，是一种简化的Bliss概率单位法。这方法以对数剂量作为横轴，概率单位作为纵轴，将实验结果点于图上，用目测法作出代表各点趋向的直线。在这直线上y为5时的x值坐标值，就是半数有效剂量ED_{50}或半数致死剂量LD_{50}的对数值。步骤如下：

(1) 将实验结果列出，把剂量变换为对数剂量，记为x。从每个剂量组的动物数及反应数计算出各组的反应率，从附录四表7查出相应的概率单位，记为y。

(2) 将每组的x和y作散点图，根据各点的趋向用目测法作一直线。作直线时，尽量让其接近y=5的各点。

(3) 在直线上，找出$y_1=4$，$y_2=6$两点的横坐标x_1、x_2。从这两点(x_1,y_1)、(x_2,y_2)的数值，按下列公式分别计算半数有效剂量或半数致死剂量的对数值M及其标准差s和标准误s_M：

$$M=\log LD_{50}=(x_1+x_2)/2 \quad (1)$$

$$s=(x_2-x_1)/(y_2-y_1) \quad (2)$$

$$s_M=s/\sqrt{N'/2} \quad (3)$$

N′为y_1和y_2范围内各组动物数之和。

这一方法的精确性较Bliss概率单位法为差。

例 用DDT对家蚊作剂量反应实验，结果如表，求LD_{50}及可信限。

(1) 将剂量取对数值，列于表第(2)列，以x表示。将死亡率作概率单位变换(查百分比概率单位换算表，见附录四表7)以y表示。

(2) 每组的x、y值，点于图上，并用目测法作一直线，代表各点的趋向(如图)。

(3) 在直线上，$y_1=4$，$y_2=6$的两个点的x_1、x_2为−0.484、0.530。N′，=180。用公式(1)、(2)、(3)分别计算出半数效量或半数致死量的对数值M及其标准差s和标准误s_M：

$$M=(x_1+x_2)/2=\frac{-0.484+0.530}{2}=0.023$$

$$s=\frac{x_2-x_1}{y_2-y_1}=\frac{0.530-(-0.484)}{6-4}=0.507$$

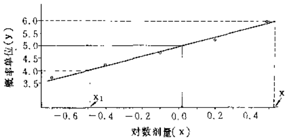
$$s_M=\frac{s}{\sqrt{N'/2}}=s\sqrt{\frac{2}{N'}}=0.507\sqrt{2/180}=0.053$$

$\log LD_{50}$ 95%可信限为$M\pm1.96\,s_M$，此例为$0.023\pm1.96\times0.053=-0.081-0.127$。

反对数得：$LD_{50}=1.054$，区间为0.830−1.340。

不同剂量DDT对家蚊死亡的实验

DDT剂量 (1)	剂量对数值(x) (2)	蚊虫数 (3)	死亡数 (4)	死亡率 (5)	概率单位(y) (6)
0.2	−0.699	60	6	0.100	3.72
0.4	−0.398	60	13	0.217	4.23
0.8	−0.097	60	22	0.367	4.67
1.6	0.204	60	36	0.600	5.25
3.2	0.505	60	51	0.850	6.04



对数剂量x与概率单位y关系图

Kärber法

Kärber法是估计半数致死量(或有效剂量)的方法。该法假定每个对数剂量组，比上一组的死亡数增加(以百分比表示)，在含平均数的一组所增的死亡率为最高，两侧渐低，呈对称分布的条件下，以前后两组对数剂量x_i，x_{i+1}平均为变量，以两组死亡率之差$(p_{i+1}-p_i)$为权，而得的加权平均数$\frac{\sum\left[(p_{i+1}-p_i)\times\frac{x_{i+1}+x_i}{2}\right]}{\sum(p_{i+1}-p_i)}$作为$\log LD_{50}$因$\sum(p_{i+1}-p_i)=1$，所以$\log LD_{50}$为

$$\frac{1}{2}\sum[(p_{i+1}-p_i)(x_{i+1}+x_i)]$$

采用Kärber法时，剂量的组数不宜少于5，剂量范围必须有的组死亡率为0%，有的为100%。上下两组剂量按等比增加(即前后两个对数剂量之差相等，为$x_{i+1}-x_i=d$)。半数致死量的对数值M及其标准误s_M分别为：

$$M=\log LD_{50}=x_k-d(\sum p-0.5) \quad (1)$$

x_k为最大的剂量。

$$s_M = d\sqrt{\sum p_i(1-p_i)/n_i} \quad (2)$$

例 用不同浓度的乐果造成小鼠发生死亡的实验，结果如表，试求LD_{50}。

不同浓度乐果作用下小鼠死亡率

剂量 mg/kg	对数剂量 x_i	鼠数 n_i	死亡数	死亡率 p_i
84	1.92	1	0	0
100	2.00	1	0	0
120	2.08	5	2	0.40
144	2.16	7	4	0.57
173	2.24	8	5	0.63
207	2.32	5	4	0.80
249	2.40	2	2	1.00
	d=0.08			3.40

按公式(1)、(2)：

$M=2.40-0.08(0.4+0.57+0.63+0.80+1-0.5)=2.17$

$s_M=$

$0.08\sqrt{0.4\times0.6/5+0.57\times0.43/7+0.63\times0.37/8+0.8\times0.2/5}$

$=0.03$

log LD_{50}的可信限为$2.17\pm1.96\times0.03=2.111$—$2.229$ 即LD_{50}的可信限为120—169，$LD_{50}=148$(mg/kg)。

联合作用

联合作用(combined action)是指两种毒物(或药物)同时存在时对生物体产生的作用。以下模型可用来分析剂量反应关系的联合作用。

独立联合作用与相关联合作用模型 设p_1、p_2是两种毒物剂量接近LD_{50}时所分别产生的反应率，p_c为两种毒物上述剂量合并使用时的反应率的理论值，则

$$p_c=p_1+p_2-p_1p_2 \quad (1)$$

实际结果(p_0)符合式(1)模型时，称为独立联合作用；不符合时，称为相关联合作用。

相关联合作用模型又分两种：

(1) 当生物体对第一种毒物的敏感性与对第二种毒物的敏感性有正相关时，设p_1为作用较强因素，$r'>0$，$p_2<p_1$，则可用式(2)正相关联合作用模型来表达：

$$p_{(r'>0)}=p_1+(1-p_1)p_2(1-r') \quad (2)$$

r'为正值的相关系数，p为存在正相关条件下联合作用反应率。当$r'=0$时，表示二种毒物独立，与式(1)相同；$r'=1$时，$p=p_1$；而p_2作用被掩盖。

(2) 当生物体对第一种毒物的敏感性与对第二种毒物的敏感性为负相关($r'<0$)时，则对第一种毒物敏感的动物，对第二种毒物反而不敏感。反之亦然。这种负相关的联合作用可用式(3)表示：

$$p_{(r'<0)}=p_1+p_2-p_1p_2(1+r') \quad (3)$$

当$r'=0$时，式(3)即为式(1)。

两毒物是否呈独立联合作用或相关联合作用，可按下述步骤检验：

(1) 设分别对动物数为n_1、n_2、n_3三组动物作三个实验，分别给与毒物剂量x_1、x_2和x_1+x_2；观察到的三组的反应率为p_1、p_2和p_0。

(2) 以两毒物有独立联合作用为原假设，用式(1)得p_c值即p_0的理论值，再按下式计算χ^2：

$$\chi^2=\frac{(p_0-p_c)^2}{\frac{p_0(1-p_c)}{n_3}+\frac{p_1(1-p_1)[1+(1-p_2)^2]}{n_1}+\frac{p_2(1-p_2)[1+(1-p_1)^2]}{n_2}} \quad (4)$$

自由度＝1。如χ^2检验不显著，则，接受两毒物有独立作用原假设。

(3) 如χ^2值有显著性，表示实际结果与理论值不相符合，则两种毒物的作用属相关联合作用。如$p_0>p_c$，为负相关联合作用；如$p_0<p_c$，为正相关联合作用。

相似联合作用模型 用于分析对数剂量log X与概率单位(y)的回归线相平行的两种毒物(X_1、X_2)的联合作用。这一情况常发生于生物体作用机理相同的毒物。两种毒物的对数剂量与反应的概率单位之间关系，可分别用以下两条回归方程式表达：

$$y_1=a_1+b_1\log X_1 \quad (5)$$

$$y_2=a_2+b_2\log X_2 \quad (6)$$

若两个回归线有相同斜率，即$b_1=b_2=b_c$，则可用下法求得使两毒物产生相同效果的剂量比(等效剂量比)。因为等效，所以$y_1=y_2$，$y_1-y_2=0=(a_1-a_2)+b_c\log(X_1/X_2)$，因而

$$\rho=X_1/X_2=\log^{-1}\left(\frac{a_2-a_1}{b_c}\right) \quad (7)$$

σ即为等效剂量比，它是以x_1为标准的相对效力强度。$\rho>1$表示第二种毒物的毒性大于第一种毒物；$\rho<1$则表示第一种毒物的毒性大。

用π_1、π_2表示两种毒物合用时剂量百分比，则混合剂量X_c的作用与第一种毒物的剂量$(\pi_1+\rho\pi_2)X_c$等效，故混合毒物的理论剂量反应回归线为：

$y_c=a_c+b_c\log X_c$

或$y_c=a_1+b_c\log(\pi_1+\rho\pi_2)X_c$

$$=a_1+b_c\log(\pi_1+\rho\pi_2)+b_c\log X_c \quad (8)$$

$$a_c=a_1+b_c\log(\pi_1+\rho\pi_2) \quad (9)$$

实测数值的a_c'与从式(8)的理论a_c应相符合。如果不符合(或差别有显著性)表示不是相加联合作用，$a_c'>a_c$表示协同作用，$a_c'<a_c$表示拮抗作用。检验可采用χ^2法：

$$\chi^2=\frac{(a_c'-a_c)^2}{V_{a'+a_c}}，自由度=1 \quad (10)$$

$$V_{a'+a_c}=\frac{1}{\pi_1+\rho\pi_2}\left\{\frac{\pi_1^2}{\sum(nw)_1}+\frac{(\rho\pi_2)^2}{\sum(nw)_2}+\frac{(\pi_1+\rho\pi_2)^2}{\sum(nw)_c}\right.$$

$$+\frac{[\pi_1\bar{Y}_1+\pi_2\bar{Y}_2-(\pi_1+\rho\pi_2)(\bar{Y}_c-a_c-a_c]^2}{b_c^2\sum\sum nw(x-\bar{x})^2}\Bigg\} \quad (11)$$

取$y_1=y_c=5$,

$5=a_1+b_1\log LD_{50(1)}$

$=a_1+b_c\log(\pi_1+\rho\pi_1)LD_{50(c)}$

因$b_1=b_c$, $LD_{50(1)}=(\pi_1+\rho\pi_2)\ LD_{50(c)}$

$$\frac{1}{LD_{50(c)}}=\frac{\pi_1}{LD_{50(1)}}+\frac{\rho\pi_2}{LD_{50(1)}}$$

$$得\ \frac{1}{LD_{50(c)}}=\frac{\pi_1}{LD_{50(1)}}+\frac{\pi_2}{LD_{50(2)}},\ \pi_1+\pi_2=1 \quad (12)$$

式(12)表明混合毒物$LD_{50(c)}$的理论值为$LD_{50(1)}$与$LD_{50(2)}$的调和平均数G。

$$设\frac{\pi_1}{LD_{50(1)}}+\frac{\pi_2}{LD_{50(2)}}=G,\ LD_{50(c)}\cdot G=1$$

π_1、π_2为毒物混合时的剂量比。

$$s_G^2=\frac{p_1^2 s_{LD_{50(1)}}^2}{LD_{50(1)}^4}+\frac{p_2^2 s_{LD_{50(2)}}^2}{LD_{50(2)}^4} \quad (13)$$

$$s_{LD_{50}}^2=e^{2\log LD_{50}+s^2\log^{LD_{50}}}(e^{S^2\log LD_{50}}-1) \quad (14)$$

混合毒物LD_{50}的实验结果以$LD'_{50(c)}$表示,$LD'_{50(c)}\times G$的理论值应为1。

$$\chi^2=\frac{[G\cdot LD'_{50(c)}-G\cdot LD_{50(c)}]^2}{G^2[s_{LD_{50(c)}}]^2+LD_{50(c)}^2 s_G^2},\ 自由度=1 \quad (15)$$

计算$s_{LD_{50(c)}}$的公式可参阅式(14)。如χ^2值有显著意义,$G\cdot LD'_{50(c)}>1$表示有拮抗作用,$G\cdot LD'_{50(c)}<1$表示有协同作用。

例1 A、B为两种性质不同的有毒药物。A药以8 mg/kg剂量给予50只小鼠时,24只中毒死亡;B药以3 mg/kg剂量给予60只小白鼠时,25只中毒死亡。另取80只小鼠,每只同时给予8 mg/kgA药和3 mg/kgB药,死亡72只。问两药的联合作用是否为独立联合作用?

(1) 根据实验结果,得

$p_1=24/50=0.48$, $n_1=50$

$p_2=27/60=0.45$, $n_2=60$

$p_0=72/80=0.90$, $n_0=80$

H_0:两种药物为独立联合作用。

(2) 根据式(1)得两药合并作用时死亡率的理论值p_c:

$p_c=p_1+p_2-p_1p_2=0.48+0.45-0.48\times0.45=0.714$

再根据式(4),计算χ^2值:

$$\chi^2=(p_o-p_c)^2\frac{1}{\frac{p_o(1-p_c)}{n_0}+\frac{p_1(1-p_1)[1+(1-p_2)^2]}{n_1}+\frac{p_2(1-p_2)[1+(1-p_1)^2]}{n_2}}$$

$$=\frac{(0.90-0.714)^2}{\frac{0.90(1-0.714)}{80}+\frac{0.48(1-0.48)[1+(1-0.45)^2]}{50}+\frac{0.45(1-0.45)[1+(1-0.48)^2]}{60}}=2.31$$

自由度=1。

(3) 现$\chi^2<\chi^2_{(0.05)}$, $p>0.05$

两种毒物合并用时,实验结果不拒绝独立联合作用的原假设。

例2 A、B为毒性性质相同的两种药物。为了知道A、B两种药物一起使用时仅为相加作用,还是有协同或拮抗作用,分别作了A、B单独使用和AB一起使用的三种剂量反应关系的实验,并用Bliss概率单位法将数据进行分析;因三组b无显著差别,合并计算b值(见"回归线的比较"条)得剂量(x)的对数值与概率单位(y)之间的三个回归方程式如下:

在这实验中,A、B两药混合使用时,剂量比为2:3,即

$\pi_A=0.4$, $\pi_B=0.6$。

$\sum(nw)_A=139.81$, $\sum(nw)_B=145.23$, $\sum(nw)_c=142.50$

$\sum\sum nw(x-\bar{x})^2=55.42$

$\bar{Y}_A=4.96$, $\bar{Y}_B=5.06$, $\bar{Y}_C=5.02$

单独A药 $Y_A=1.926\ \log X_A+5.026$

单独B药 $Y_B=1.926\ \log X_B+3.204$;

2:3比例A、B混合 $Y_C=1.926\ \log X_c+4.721$

$a'=4.721$

试对此实验结果作出推断。

(1) 设H_0: A、B两药混合时只产生相加作用。

(2) 根据式(7)计算等效剂量比ρ。

$$\rho=\log^{-1}\left(\frac{a_2-a_1}{b_c}\right)=\log^{-1}\left(\frac{3.204-5.026}{1.926}\right)$$

$$=0.1132$$

(3) 当A、B药物剂量反应回归方程式为已知时,如原假设是对的,两者按固定比例混合,可得出混合物的回归线。如这条理论线与实际结果而得的回归线重合,即a_c与a'_c无显著差别,则不拒绝原假设。如不重合,说明混合药物的剂量反应关系不符合原检验假设。用式(9)算出a_c:

$a_c=a_1+b_c\log(\pi_A+\rho\pi_B)$

$=5.026+1.926\ \log(0.4+0.1132\times0.6)=4.390$

根据式(10)和(11)计算出χ^2值:

$$V_{ac+a'c}=\frac{1}{\pi_A+\rho\pi_B}\left\{\frac{\pi^2}{\sum(nw)_A}+\frac{(\rho\pi_B)^2}{\sum(nw)_B}+\frac{(\pi_A+\rho\pi_B)^2}{\sum(nw)_C}+\frac{[\pi_A Y_A+\rho\pi_B Y_B-(\pi_A+\rho\pi_B)(Y_C-a_c+a'_c)]^2}{b_c^2\sum\sum nw(x-\bar{x})^2}\right\}$$

$$=\frac{1}{0.4+0.1132\times0.6}\left\{\frac{0.4^2}{139.81}+\frac{(0.1132\times0.6)^2}{145.23}+\frac{(0.4+0.1132\times0.6)^2}{142.50}\right.$$

$$\left.+\frac{[0.4\times4.96+0.1132\times0.6\times5.06-(0.4+0.1132\times0.6)(5.02-4.39+4.721)]^2}{1.926^2\times55.42}\right\}=0.07258$$

$$\chi^2=\frac{(a_c-a'_c)^2}{V_{ac+a'c}}=\frac{(4.390-4.721)^2}{0.07258}=4.56$$

自由度=1, $p<0.05$。

实测数据拟合的回归线a'_c值大于理论值a_c,且两者有显著差别(检验结果拒绝原假设),即混合药物可得比相加联合作用还要大的反应,说明有协同作用。

危险因素接触剂量与效应关系

在流行病学研究，尤其职业流行病学研究中，常遇到人群中各人接触不同毒物剂量和身体产生效应的成对数据，这与动物实验不同，但处理方法是相同的。可采用相关与回归方法，把每个工人的接触量（或接触水平）作为自变量，把接触后的效应作为应变量，把每对数据点在散点图上，如呈直线用直线回归；如呈曲线，则将测值作适当的变换，直线化后，用直线回归处理，或直接配合曲线。适用直线回归处理的数据，也可作相关分析。

通过分析可获得以下资料：

(1) 确定接触毒物与发生效应两者之间存在相关关系。

(2) 可计算预期值。例如，从工人的接触浓度可推测人体生理效应的增加量，也可反过来作估计。

(3) 筛选发现效应是否异常。如一个体的效应实测值超过预期值很多，就要考虑这个工人是否对环境的效应有异常。

(4) 间接地制订环境有毒物质的容许浓度。如已知效应达到某种程度，机体将出现某种不正常生理变化，就可推算不容许环境中出现的毒物浓度。

分析方法是将接触浓度或剂量作为X，效应为Y，制一点图，根据其趋势，作相应的回归分析，如X、Y呈直线趋向，则作直线回归分析，如X的对数值与Y呈直线趋向，可将X作对数变换后分析。

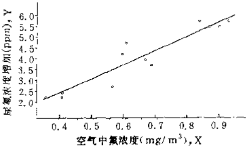
例 12名工人接触空气中氟化物，每人用个体采样测定接触剂量，其效应用下班后比上班前尿中氟化物浓度增加的量表示，结果见表。试研究工人上班时接触空气中的氟浓度与下班后尿氟浓度的关系。

12名工人接触氟量(X)与上班前后尿氟浓度增加量

工人编号	接触的空气中氟浓度X (mg/m³)	尿氟浓度增加Y (ppm)
1	0.61	4.8
2	0.41	2.6
3	0.84	5.8
4	0.69	3.7
5	0.57	2.7
6	0.87	5.4
7	0.60	4.3
8	0.41	2.3
9	0.90	5.6
10	0.67	4.1
11	0.36	2.3
12	0.93	5.7

用表列数据作点图（见下图）。

从表列数据，得



12名工人接触氟量(X)与上班前后尿氟浓度增加量关系图

$\bar{X}=0.655$

$\bar{Y}=4.108$

$l_{XX}=0.436$

$l_{YY}=20.77$

$l_{XY}=2.804$

$r=2.804/\sqrt{0.436\times20.77}=0.932$

查r值界限表，$P<0.05$

$b=2.804/0.436=6.418$

$a=4.108-6.418\times0.655=-0.096$

$s_{YX}^2=[20.77-6.418\times2.804]/12=0.2774$

$s_{YX}=0.5267$

从分析结果，可知工人接触空气中氟（浓度为0.36—0.93 mg/m³）后，下班后尿氟浓度增加，其剂量效应关系是存在的（回归式为$Y=6.418X-0.096$），故从工人上班时接触空气中氟浓度可推算出尿氟浓度的变化。

危险因素接触剂量与反应关系

工人接触不同浓度的有毒物质时产生相应的职业病或职业中毒，这种关系的分析，可用剂量反应分析方法。分析时应该考虑毒物在体内的排泄速度和相应职业病或中毒是慢性的还是急性的。

如果毒物进入体内排泄速度很快，引起的急性中毒现象也易发觉与诊断，可用对数剂量与发病率的概率单位变换的剂量反应关系方法分析。如果毒物进入体内后排泄速度缓慢，则分析方法较为复杂。如接触石棉后引起石棉肺，则这种剂量与反应关系的数据应经寿命表处理后，再作剂量反应分析。

分析的目的：①推算一个比较安全的劳动环境毒物浓度。②推算比较安全的接触时间。③从环境中毒物浓度估计将受害人数，或从一个工人接触毒物年数推算他的罹病概率。

这一分析方法常用于粉尘接触量与尘肺发病关系的研究。

研究时必须具备以下数据：

(1) 各车间的粉尘浓度：各车间历年粉尘测定资料用来计算各工种各年份（或阶段）的平均粉尘浓度，进而计算每一工人的接触粉尘量（简称接尘量）。我国粉尘浓

度以每立方米空气中的粉尘量(mg/m^3)表示。

(2) 接尘量计算:先调查每一工人的粉尘接触史。由开始接触粉尘的年月算起,以后每调动一次工种,记下调动的日期,以便算出每人在接触粉尘工种期间的工作年数。接尘年数计算方法为:①已确诊为某尘肺病者,计算到首次确诊的日期为止;②如果调查对象不是病人,则应计算到他最后一次医学检查(如拍摄X线胸片)的日期为止。

有了各工种在各个年份的粉尘浓度和每个工人的粉尘接触史,就可算出他的累积接尘量:

$$某工人累积接尘量(mg·yr)=\sum C_i T_i \quad (1)$$

式中C_i表示这一工人在某阶段从事某工种时的粉尘浓度,T_i为这一浓度下的工作年数。在剂量—反应关系研究中,很难确切估算工人实际吸入多少粉尘,故以接尘量作为剂量。

(3) 发病资料:石棉肺、矽肺等职业病症状出现缓慢,且无特异性,习惯上把第一次诊断为石棉肺或矽肺的日期作为首次确诊日期。无粉尘接触史的阶段均假定为不发病。

分析步骤如下:

按剂量分组统计罹病人数 把接尘工人和确诊病人均按照累积接尘量分组,可以看出每一累积接尘量组病人百分比。现以某石棉厂工人的发病资料为例,列于表1。

表1 某石棉厂石棉接触工人和石棉肺患者按累积接尘量分组统计

累积接尘量(mg·yr)	工人数	石棉肺患者数	%
0—199	395	66	16.7
200—399	117	44	37.6
400—599	49	30	61.2
600—799	20	11	55.0
800—999	11	3	27.3
1 000—1 199	2	0	0
合计	594	154	25.9

在表1中,累积接尘量小于200 mg·yr的工人共395人,病人66人,不能认为其发病概率即为16.7%。事实上,除归到不满200 mg·yr这组工人外,累积接尘量更大的各组工人都是经过这一阶段,因未发病而进入以后各组的。因此,计算0—199 mg·yr这一阶段的发病概率时,理应把这些人都计算进去。为准确起见,用寿命表法处理。

寿命表的计算 把所有调查对象作为开始观察人数l_0,即表2中l_x一列中第一行的数字594,其他各行按下式计算而得:

$$l_{x+a}=l_x-W_x-d_x \quad (2)$$

式中d_x为累积接尘量为X段的发病人数。W_x为累积接尘量为X段的终止观察人数。

表2中其余各列的计算方法为:

$$N_x=平均观察人数=l_x-W_x/2 \quad (3)$$

$$p_x=各段累积接尘量的发病概率=d_x/N_x \quad (4)$$

$$q_x=各段累积接尘量的不发病概率=1-p_x \quad (5)$$

$$_{x+a}Q_0=到x+a(x段上限)以前仍不发病的概率$$
$$=x段及以前各段q_x的乘积=1-{}_{x+a}P_0 \quad (6)$$

从表2可查到,累积接尘量达200 mg·yr时,已有15%工人发病,达400 mg·yr时,为38%,以此类推。即表2中第(9)列。W_x为只观察到该段的人数,即表2中第(3)列。a为各段的组距,即200 mg·yr。

表2 各段累积接尘量的发病概率和累积发病概率的计算

累积接尘量(mg·yr) (1)	l_x (2)	W_x (3)	d_x (4)	N_x (5)	p_x (6)	q_x (7)	$_{x+a}Q_0$ (8)	$_{x+a}P_0$ (9)
0—199	594	329	66	429.5	0.153 7	0.846 3	0.846 3	0.153 7
200—399	199	73	44	162.5	0.270 8	0.729 2	0.617 1	0.382 9
400—599	82	19	30	72.5	0.413 8	0.586 2	0.367 1	0.638 3
600—799	33	9	11	28.5	0.386 0	0.614 0	0.222 1	0.777 9
800—999	13	8	3	9.0	0.333 3	0.666 7	0.148 1	0.851 9
1 000—1 199	2	2	0	1.0	0	1.000 0	0.148 1	0.851 9

$_{x+a}Q_0$的计算:第一行=0.846 3,第二行=0.846 3×0.729 2,第三行=0.846 3×0.729 2×0.586 2,余类推

接尘量与发病关系的直线化处理 以累积接尘量(每组上限)为横坐标、相应的$_{x+a}P_0$为纵坐标,将表2资料点于图上时,两者并不呈直线关系。如将各组累积接尘量的上限转换为对数值,$_{x+a}P_0$换算为logit(或概率单位),则对数剂量值与logit值之间关系在现有资料中呈直线(表3、附图)。

logit值可通过下式计算:

$$logit=\ln[P/(1-P)] \quad (7)$$

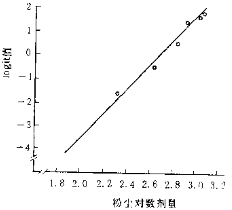
从附图中看出,这些点的连线近似直线,故可用目测法或直线回归方法作一直线配合。从上例数据得回归方

程为：

$$\text{logit}=4.76\times\text{对数剂量}-12.70 \qquad (8)$$

表3 某石棉厂资料转换数值

对数剂量(每组上限)	logit
2.3	-1.71
2.6	-0.48
2.8	0.57
2.9	1.25
3.0	1.75
3.08	1.75



某石棉厂粉尘对数与工人累积发病率的logit值

得到上述回归方程后，就可在如下几方面应用：

(1) 估计一个人一生工作中发病机会为1%时的平均浓度。估计时先要规定一个工人一生工作年数。在我国工人退休年龄一般为50(女)或60(男)岁。当一生工作时间定为30年时，则

第一步先算出P=0.01的logit：

$$\text{logit}=\ln[0.01/(1-0.01)]=-4.595$$

第二步再从附图的直线上，找出当logit为-4.595时的相应对数剂量值。实际计算时，可将logit=-4.595代入上节回归方程式(8)中，求出相应的对数剂量：

-4.595=4.76×对数剂量-12.70，即对数剂量为1.70，1.70的反对数值就是累积接尘量，得50.68 mg·yr。

将累积接尘量除以30年，即为所求的平均浓度。

$$50.68\div30=1.69\ \text{mg/m}^3$$

如一生工作时间为40年，发病概率也为1%。累积接尘量为50.68mg·yr，则平均接尘浓度应该不超过1.2 mg/m³。

(2) 估计不同平均粉尘浓度下，发病概率为1%的工作年限。估计时，第(1)，(2)步同上。得到发病概率为1%的累积接尘量为50.68后，分别用各车间的平均浓度去除。如某车间平均浓度为20 mg/m³，其工作年限不应超过50.68÷20=2.5年。

生物测定方法

生物测定方法(bioassay)是一种应用生物对于药物或毒物的效应(或反应)与标准品比较以测定药物或毒物效力强度的一种设计和分析方法，常用于测定生物制品、生药、维生素和微生物产生的毒素。生物测定方法在环境毒理学中应用较多。例如，测定农药等毒物的代谢物的相对效力强度等。

简单的生物测定方法有：

(1) 引起反应时毒物最小剂量的测定：在试验组中将毒物按一定方式输入(如静脉滴注)生物体内，直至产生反应(如心脏停跳、死亡)，记录给药量。应用这一方法一般须将药物剂量d的对数值作为变量，否则，在统计分析时会产生两组数据方差不齐问题。计算试验组全部实验生物发生反应的最小剂量对数值X的平均值及标准差。标准品组作同样实验也可得X的平均值及标准差。测出的毒物与标准品效力强度之比(P_T/P_s)，即相对效力强度(R)，或试验组毒性为标准品组的R倍。因两对比组毒力强度与两者发生反应的剂量呈反比($P_T/P_s=d_s/d_T$)(s代表标准品组，T代表试验组)，

$$R=d_s/d_T=\log^{-1}(\bar{X}_s-\bar{X}_T) \qquad (1)$$

式中d_s为标准品剂量，d_T为试验用毒物剂量。

$$R\text{的95\%可信限}=\log^{-1}[(\bar{X}_s-\bar{X}_T)\pm t_\alpha\cdot s_{(\bar{X}_s-\bar{X}_T)}] \qquad (2)$$

$$s_{(\bar{X}_s-\bar{X}_T)}=\sqrt{\frac{s_s^2(n_s-1)+s_T^2(n_T-1)}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_s}+\frac{1}{n_T}\right)} \qquad (3)$$

(2) 利用剂量反应(或剂量效应)关系作生物测定：将试验组和标准品组的剂量反应关系用直线化方法各得一条直线回归式，如果这两个直线方程式是平行的，则可分别计算相同反应下的剂量。在两条直线平行的情况下，标准品组剂量和试验组剂量比即为毒物的相对效力比。当两直线不平行，如在剂量为0时，不论试验组还是标准品组，发生效应是相同的，这时可用两组回归系数比，即试验组b_t与标准品组b_s之比，为相对效力比。

生存分析

生存分析

生存分析(survival analysis)是对存活时间和部分存活时间数据进行分析的一系列统计方法。所谓存活时间,是指从研究对象开始得到观察时到这一研究对象发生死亡时的时间间隔;而部分存活时间是指在观察期间,研究者对某一研究对象未观察到死亡的终止点,因此,该对象的存活死亡记录是不完全的,习惯上以T+表示,它只说明这一对象存活时间大于T。这一类数据,称为生截数据。

随着生存分析应用的扩大,对"生存"的概念有所变更,不限于以"死亡"作为终止点,如在工人开始接触有害物质,一直到发生中毒的时间间隔的观察中,以发生中毒为终止点。因此,现在以"失效"来代替"死亡"作为终止点。从开始时点到失败时点之间的时间间隔,用"等待时间"来代替"存活时间"。生存分析,现已广泛应用于临床试验的随访数据、流行病学的前瞻性调查、干预试验的效果调查等数据分析。

存活率

存活率(survival rate)又称生存率,是在时点t时存活人数占开始时点t_0时人数的百分值,或称t时的存活概率,以S(t)或${}_tP_0$表示。

在医学上常以S(t)值的高低作为病人预后好坏的指标。如某种肿瘤病人五年生存率较高,表示这种肿瘤病人的预后较好。

存活率S(t)是时点t的函数,这一函数在t=0时为100%,随时间t增加而逐渐下降。

不同时点S(t)的计算,常是生存分析的主要目标。如果S(t)曲线用适当的曲线回归模型(生存模型)予以拟合,则可推导出存活时间(或等待时间)t的密度函数f(t)及其分布函数F(t),以及瞬时死亡率h(t)。它们的关系为:

$$f(t)=F'(t) \quad (1)$$

$$F(t)=1-S(t), \quad 即f(t)=-S'(t) \quad (2)$$

$$h(t)=f(t)/S(t) \quad (3)$$

F'(t)和S'(t)为相应函数的导数。F(t)为t时点死亡数占全部观察人数的百分比,或称为t时点的累积死亡率。h(t)又称为受危函数,h(t)·Δt为时间t到t+Δt之间死亡概率的近似值。

式中常用的S(t)形式,有指数模型、Gamma模型、Weibull模型、Compertz模型,对数正态模型等。这种生存率估计方法称为参数性模型法。

在某些情况下如t不是连续的,无法用这些模型来拟合,就必须采用非参数法或半参数法。非参数方法,就是寿命表法,Kaplan-Meier法,也可用直接估计法。半参数法是非参数法和参数法的结合。其中主要的就是Cox于1972年提出的比例危险模型,又称Cox模型。它是寿命表方法的推广,也可称之为多元寿命表,先用条件似然估计协变量的参数,再按一定的公式估计在一定协变量下面的生存率。无协变量时即相当于Kaplan—Meier法。

比较不同组的生存率有无差别是生存分析的另一个目标。对于参数性和半参数性模型,可以结合一个组别协变量进入模型,如该协变量是有意义的,就说明各组间有差别。但对于非参数性模型来说,各组生存率需要用logrank检验,Gehan检验和MH检验等进行检验。

寿命表法

生存分析寿命表法是先将全部随访对象按时间段分组,得出每个时间段的观察数和该时间段内死亡及存活人数,再计算时间段的存活概率,即一个活满了x年的病人,再活到x+1年段的可能性${}_1P_x$,最后利用概率乘法定律,逐个相乘得从开始观察到一定时点(x+1)的存活率S(t+1),常以${}_{x+1}P_0$代替。

时间段[x-(x+1)]存活率为

$$_1P_x=\frac{存活人数}{校正观察人数}=\frac{N_x-D_x}{N_x} \quad (1)$$

$$N_x=L_x-{}_1W_x/2 \quad (2)$$

$$L_x=L_{x+1}+W_x+D_x \quad (3)$$

其中N_x为校正截尾数据之后的观察人数,可用(2)计算;

D_x为期内死亡人数；L_x为期初观察数可用式(3)计算；W_x为期内作为截尾变量的人数(即因故中断观察人数)，一般给予1/2的权重。

生存率(累积生存概率)：

$$_{x+1}P_0 = {_1P_0} \cdot {_1P_1} \cdot {_1P_2} \cdots {_1P_x} \tag{4}$$

$_{x+1}P_0$是指从0时点观察，到x+1时仍未失效的概率。

根据方差传播定律，生存率的标准误为：

$$SE({_{x+1}P_0}) = {_{x+1}P_0}\sqrt{\frac{_1Q_0}{_1P_0 \cdot N_0} + \frac{_1Q_1}{_1P_1 \cdot N_1} + \cdots + \frac{_1Q_x}{_1P_x \cdot N_x}} \tag{5}$$

$SE({_{x+1}P_0})$为活到x+1年的累积生存率$_{x+1}P_0$的标准误，

$_1Q_x = 1 - {_1P_x}$。

例 某耐火材料厂1958年进厂工人699人中，目前已有153人诊断为矽肺，根据每人的职业史和接尘浓度，计得每个累积接触粉尘量，其分布为表中的(1)(3)(4)栏，试用寿命表法计算不同累积接触粉尘量(简称接尘量)的累积发病率。

这里，生存时间是指接尘量，失效指发病，截尾数据是指没有观察到最终结果的工人数字。

(1) 作计算表(见表)，将调查人数按接尘量分组填入(3)、(4)栏。(3)栏中的退出人数包括所有原因未能继续观察下去者，如换厂、调工种以及死于其他疾病而未发生矽肺者，(4)栏是矽肺患者按确诊时的接尘量的分组。如组距i≠1，原变量x′可用x=x′/i式转换为x。

生存分析寿命表法计算过程举例　($x=\frac{x'}{i}$，i－组距=50)

接尘量 分组 x′—(x′+50) (1)	开始 人数 L_x (2)	退出 人数 W_x (3)	发病 人数 D_x (4)	校正 人数 N_x (5)	发病 概率 $_1Q_x$ (6)	不发病 概率 $_1P_x$ (7)	累积 发病概率 $_{x+1}Q_0$ (8)	标准误 SE (9)
0—	699	2	0	698	0	1	0	0
50—	667	6	2	694	0.002 9	0.997 1	0.002 9	0.002 0
100—	689	62	4	658	0.006 1	0.993 9	0.008 9	0.003 6
150—	623	151	17	547.5	0.031 1	0.968 8	0.039 7	0.006 0
200—	455	28	11	441	0.024 9	0.375 1	0.063 7	0.010 5
250—	416	9	25	411.5	0.060 8	0.939 2	0.120 6	0.014 5
300—	382	11	9	376.5	0.023 9	0.976 0	0.141 6	0.015 9
350—	362	58	31	333	0	0.906 9	0.221 5	0.019 3
400—	273	22	10	262	0.038 2	0.961 8	0.251 2	0.020 7
450—	241	58	17	212	0.080 2	0.918 8	0.311 2	0.023 3
500—	166	75	8	128.5	0.062 3	0.937 7	0.354 1	0.026 0
550—	83	2	0	82	0	1	0.354 1	0.026 0
600—	81	2	4	80	0.050 0	0.950 0	0.386 4	0.029 1
650—	75	7	10	71.5	0.139 9	0.860 1	0.472 2	0.034 2
700—	58	31	4	42.5	0.094 1	0.905 9	0.521 9	0.038 3
750—	23	4	0	21	0	1	0.521 9	0.038 3
800—	19	18	1	10	1	0.900 0	0.569 7	0.055 1

累积不发病概率$_xP_0$，即x+1存活率，按式(4)算出。如：

$_1P_0=1$；　$_2P_0=1\times0.997\ 12$；　$_2Q_0=0.002\ 88$

$_3P_0=0.997\ 12\times0.993\ 92=0.991\ 06$；$_3Q_0=1-{_3P_0}=0.008\ 94$

再按式(3)，得生存率的标准误差，见第(9)列

(2) 计算(1)栏的期初观察人数L_x，其值按式(3)自下而上计算。L_{x+1}表示下一组的期初观察人数，如：

800—接尘量组的$L_{16}=18+1+0=19$

750—接尘量组的$L_{15}=19+4+0=23$

(3) 按公式(2)计算校正人数，如100一组的校正人数为：

$$N_2=689-62/2=658$$

(4) 按公式(1)计算发病概率$_1Q_x$，填入(6)栏，(7)栏为不发病概率$_1P_x$，$Q_x=1-P_x$。

(5) 用公式(4)计算累积不发病概率$_xP_0$自上而下计算。相应每个接尘量组的不发病累积概率是指从开始接尘到下一个接尘量组开始时仍不发病的概率。如50—组的0.997 1表示从开始接尘到累积量达100时的不发病的概率。

寿命表法可应用于预测疾病发病人数，但只能用于不可逆的疾病如矽肺、石棉肺等，而不能用于可逆性的疾病，如铅、汞、苯等中毒可以治疗的疾病。

改进队列寿命表法

寿命表法是假定所有的人都是同时开始进入观察队列的，如矽肺病人得病之后的存活率可按寿命表方法计算其得病之后若干年的存活率，但如果要了解矽肺病人

从 30 岁开始到某个年龄点(例如 50 足岁时)的生存率,因病人不是刚好 30 岁发病,故不能用普通的队列寿命表法,只能用改进队列寿命表法计算。

由于要按其自然进入的时间来计算,故对进入观察时间和退出观察时间都要记录(每个对象提供了三个信息:进入观察的时间、退出观察的时间、退出时的结局)。在计算过程表中增加了进入观察人数栏和同一时间段内进出人数栏。

计算步骤如下:

(1) 列计算过程表如例中附表,再逐个项目进行计算。

(2) 时间分组可以任意确定,每岁一组或几岁一组。

(3) 开始观察人数(L_x)指在第x个时间段开始时可以观察到的人数。可用下式计算:

$$L_x = L_{x-1} + E_x - D_x - W_x \quad (1)$$

(4) 进入观察人数(E_x)为在第x个时间段内开始得到观察的人数为实际数。

(5) D_x为在第x个时间段内观察到的死亡人数。

(6) W_x为在第x个时间段内退出观察队列的人数。

(7) 校正人数N_x为在第x时间段实际观察到的人数。它是考虑到了中间进入(E_x)、中间离开(W_x)、进而又离(EW_x)人数计算出来的。

$$N_x = L_x + \frac{1}{2}E_x - \frac{1}{2}W_x + \frac{1}{4}EW_x \quad (2)$$

(8) Q_x为死亡概率,在x年龄段开始时活着的人在该年龄段内死亡的可能性。

$$Q_x = \frac{D_x}{N_x} \quad (3)$$

(9) 生存概率P_x,为在第x年龄段中未死亡的概率。

$$P_x = 1 - Q_x \quad (4)$$

(10) 生存率${}_{x+1}P_0$为在 0 年龄组开始时活着的人到 x+1 年龄组开始仍活着的概率。

$${}_{x+1}P_0 = P_0 \cdot P_1 \cdots P_x \quad (5)$$

(11) SE为${}_{x+1}P_0$的标准误,具体计算公式见“寿命表法”条。

例 某耐火材料厂陆续出现矽肺病人 291 例并有 30 例死亡,试计算不同年龄的生存率。

(1) 列表。将所有矽肺病人按发病年龄,退出年龄和死亡年龄分组,填入表的(3)、(4)、(5)、(6)栏。(1)栏是年龄组。

(2) 计算(2)栏的开始时人数L_x。

$$x = \frac{x' - x_0'}{i} = \frac{x' - 30}{5}$$

此处x'为年龄组下限,x_0'为第一组上限,代入式(1),

$$L_{35} = 0 + 6 - 0 - 0 = 6$$

(3) 按式(2)计算校正观察人年数N_x:

$$N_{50} = 100 + 69/2 - 43/2 + 0/4 = 113$$

这里进入和生截退出所取的权重是 1/2,如果实际计算则更为精确。

(4) 按式(3)计算死亡概率Q_x:

如 $$Q_5 = 6/114 = 0.052\,6$$

(5) 按式(4)计算生存概率P_x,列于表第 9 栏。

第(4)(5)步计算的Q_x和P_x,是指活不过相应年龄段的和能活过的可能性。

(6) 按式(5)计算累积生存概率,列于表(10)栏。

(7) 计算标准误,列于表第(11)栏。

某耐火材料厂矽肺病人不同年龄的生存概率 $\left(x = \frac{x' - 30}{i},\ i = 5\right)$

年龄组 x' (1)	开始人数 L_x (2)	进入观察人数 E_x (3)	同年进出人数 EW_x (4)	死亡人数 D_x (5)	退出人数 W_x (6)	校正观察数 N_x (7)	死亡概率 Q_x (8)	生存概率 P_x (9)	生存率 ${}_{x+1}P_0$ (10)	SE (11)
30—	0	6	0	0	0	3	0	1	1	0
35—	6	19	0	0	0	15.5	0	1	1	0
40—	25	27	0	0	0	38.5	0	1	1	0
45—	52	56	0	1	7	76.5	0.013 1	0.986 9	0.986 9	0.013
50—	100	69	0	4	43	113	0.035 4	0.964 6	0.952 0	0.021
55—	122	60	0	6	76	114	0.052 6	0.947 4	0.901 9	0.028
60—	100	32	0	10	60	86	0.116 3	0.883 7	0.797 0	0.040
65—	62	14	0	4	40	49	0.081 6	0.918 4	0.732 0	0.048
70—	32	6	0	4	29	20.5	0.195 1	0.804 9	0.589 2	0.075
75—	5	0	2	1	4	4.0	0.250 0	0.750 0	0.441 9	0.139

可以看出,寿命表法只能估计病后的病程为计量尺度的生存率,而改进的队列寿命表法,可以计算以年龄为尺度的生存率,这就可以和一般人群作比较。

Kaplan-Meier法

Kaplan-Meier法(K-M法)是另一种计算生存率的

非参数性统计方法。计算方法与寿命表法略有不同。寿命表法是人为划定的时段，而K-M法是按死亡或生截变量的时点顺序而定，每一个有死亡发生的时点都要计算一次死亡与存活概率，二次计算之间的间隔时间则视前后两个死亡者的时间间隔而定。

观察对象逐个死亡或失访，则每离开一个，其暴露于危险状态下的个体就减少一个，死亡只可能是发生在留下的这些人中间。计算时需要将所有的随访者按观察时间长短排序，算出每个间隔时间的存活概率。每个时点的存活概率是独立的，其连续乘积即为所要计算的累积存活概率。

(1) 列计算表(如附表)，将所有随访者按失效或随访时间从小到大排列，如附表第(2)栏。第(1)栏是秩次。(4)栏里填上随访者的结局，失效者为1，否则为0。注意，如果失效和生截变量在同一个时点，则总是假定失效是在生截变量之前(如表中第7、8行)。如果同是失效，则将数值相加，并成一行(如表中第4、5行)。

[illegible]Kaplan Meier[illegible]

秩次 i (1)	时间 t_i (2)	受危人数 N_{ti} (3)	指示变量 σ (4)	死亡概率 Q_{ti} (5)	生存概率 P_{ti} (6)	生存概率 ${}_{t_{i+1}}P_0$ (7)	$SE_{(t_{i+1}P_0)}$ (8)
1	2	15	1	0.067	0.933	0.933	0.065
2	3	14	1	0.071	0.929	0.867	0.088
3	9	13	1	0.071	0.923	0.800	0.103
4	10	12	2	0.167	0.833	0.667	0.122
5	10						
6	12	10	0	0	1	0.677	
7	15	9	1	0.111	0.889	0.592	0.128
8	15	8	0	0	1	0.592	
9	16	7	1	0.143	0.857	0.508	0.136
10	18	6	0	0	1	0.508	
11	24	5	0	0	1	0.508	
12	30	4	1	0.250	0.750	0.381	0.150
13	36	3	0	0	1	0.381	
14	40	2	0	0	1	0.381	
15	45	1	0	0	1	0.381	

(2) 计算(3)栏的受危人数N_t，在只有1例失效的时点上，

$$N_t = N_{总} - i + 1 \quad (1)$$

在有1例以上失效的时点上，则

$$N_t = N_{总} - i + \sigma_t \quad (2)$$

i表示该时点上最后1例失效的秩次(生截秩次在失效之后不包括在i内)，σ_t为t时失效总数。如有生截，则还需加上生截人数。如表中的i第4、5行，

$t=10,\ \sigma_{10}=2,\ N_t=15-5+2=12$

(3) 计算(5)栏的死亡概率Q_t，(6)栏的生存概率P_t：

$$Q_{ti} = \sigma_{ti}/N_{ti} \quad (3)$$

$$P_{ti} = 1 - Q_{ti} \quad (4)$$

本例，$Q_2 = 1/14 = 0.071$

$P_2 = 1 - 0.071 = 0.929$

(4) 计算(7)栏填生存概率${}_{t_i}P_0$：

$${}_{ti}P_0 = {}_{t_1}P_0 \cdot {}_{t_2}P_0, \cdots {}_{t_{i-1}}P_0 \quad (5)$$

本例，${}_2P_0 = 0.933$

${}_3P_0 = 0.933 \times 0.929 = 0.867$

(5) 第(8)栏为标准误，计算的公式与寿命表法是相同的。公式为：

$$SE_{(t_iP_0)} = {}_{t_i}P_0 \sqrt{\sum_{i=1}^{j-1} \frac{Q_{ti}}{P_{ti} \cdot N_{ti}}} \quad (6)$$

本例，$SE_{({}_2P_0)} = 0.933 \cdot \sqrt{0.067/(0.933) \cdot (15)}$

$= 0.064\ 5$

SE_{3P_0}

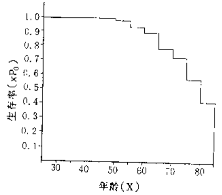
$$= 0.867 \cdot \sqrt{\frac{0.067}{(0.933) \cdot (15)} + \frac{0.071}{(0.929) \cdot (14)}} = 0.087\ 8$$

本法的基本原理与寿命表法相同。本法适用于小样本，寿命表法适用于大样本。

生存率曲线

生存率曲线是以观察时间t(或其他，如累积接尘量)作为横坐标，生存率为纵坐标，分别将样本不同时点的生存率绘在方格坐标纸上的曲线。从生存率曲线图，可直观地分析病人(或暴露者)的预后趋势。在同一坐标上绘上二、三条生存曲线，就可清楚看出各组的差别。

现用改进队列寿命表法算得的某耐火材料厂工人的生存率(不发病概率)(见"改进队列寿命表法"附表)绘成图，说明步骤及注意点。



某耐火材料厂矽肺病人(从30岁开始)生存率曲线

(1) 作坐标，将时间(这里是年龄)标在横轴上，最大标度应包括最大失效时间(死亡年龄)，本例是75—80岁，故尺度应标至80。纵坐标的最高单位是1。

(2) 根据每个失效时点的生存率确定点的位置，点

应位于时间段的末端。

(3) 一般都制成阶梯形，时间0时的概率总是1，从1处向右作横轴的平行线，直至第一点的垂直位置为止。接着从第一点向右再作平行线，直至第二个点的垂直位置。依次进行，直至最后一个点。

(4) 垂直线可用可不用。

logrank检验

logrank检验又称时序检验，用以检验两个或两个以上队列的生存过程之差的差别是否具有统计学意义。

基本原理是比较期望失效(死亡)数和实际失效(死亡)数。如果各队列的生存过程之间无差别，那么，在校正了时间之后，各队列的期望失效数和实际失效数应相差很小，反之则是相差较大。这种差别是否具统计学意义，可用χ^2检验来作出判断。检验步骤如下：

(1) 按时间分层，类似制作寿命表时的做法(见"寿命表法"条)，整理出各比较队列在每层的受危人数和失效人数

(2) 计算出每层的总失效率(或称平均失效率)：

$$第七层的失效率 q_t=\frac{\sum^{k} D_{t(i)}}{\sum^{k} N_{t(i)}},\quad i=1\cdots k \qquad (1)$$

表示有k个比较组。$D_{t(i)}$为第i组在t层时的失效数，$N_{t(i)}$为第i组在t层的受危人数。

(3) 计算期望失效人数$E_{t(i)}$：

$$E_{t(i)}=q_t \times N_{t(i)} \qquad (2)$$

$E_{t(i)}$为第i组在t层的期望失效数。

(4) 计算各组总的期望失效人数：

$$E_i=\sum_{t=1}^{T} E_{t(i)} \qquad (3)$$

T为总的层次数。

(5) 用一般方法计算χ^2值，自由度为k－1。

例 有矽尘作业工厂的A、B两个车间，分别有312和323个工人，观察28年，共分别查出矽肺病人102和56例(见表)，问两个车间的发病情况有无差别？

logrank检验的计算过程

工龄(年) t (1)	受危人数 A组 $N_{t(A)}$ (2)	受危人数 B组 $N_{t(B)}$ (3)	发病人数 A组 $D_{t(A)}$ (4)	发病人数 B组 $D_{t(B)}$ (5)	合并发病率 q_t (6)	期望发病人数 A组 $E_{t(A)}$ (7)	期望发病人数 B组 $E_{t(B)}$ (8)
4	312	323	0	0	0	0	0
5	312	323	2	1	0.004 72	1.472 64	1.524 56
6	310	322	2	0	0.003 16	0.979 60	1.017 52
7	307	322	1	1	0.003 17	0.973 19	1.020 74
8	306	320	3	2	0.007 98	2.441 88	2.553 60
9	303	318	2	0	0.003 22	0.975 66	1.023 96
10	300	318	8	2	0.016 18	4.854 00	5.145 24
11	291	314	3	0	0.004 95	1.440 45	1.554 30
12	287	313	11	2	0.021 66	6.216 42	6.779 58
13	275	310	7	4	0.018 80	5.170 00	5.828 00
14	267	305	7	5	0.020 97	5.598 99	6.395 85
15	259	299	5	1	0.010 75	2.784 25	3.214 25
16	250	295	2	0	0.003 66	0.915 00	1.079 70
17	242	282	3	3	0.011 45	2.770 90	3.228 90
18	227	268	7	4	0.022 22	5.043 94	5.954 96
19	204	244	4	1	0.011 16	2.276 64	2.723 04
20	139	162	1	0	0.003 32	0.461 48	0.537 84
21	138	162	7	4	0.036 66	5.059 08	5.938 92
22	131	157	4	5	0.031 25	4.093 75	4.906 25
23	125	151	4	2	0.021 73	2.716 25	3.281 23
24	120	148	2	3	0.018 65	2.238 00	2.760 20
25	96	108	4	5	0.044 11	4.234 56	4.763 88
26	89	103	2	1	0.015 62	1.390 18	1.608 86
27	52	56	10	7	0.157 40	8.184 80	8.814 40
28	42	48	1	3	0.044 44	1.866 48	2.133 12
			102	56		74.158 14	83.788 89

(1) 制表。第(1)栏为工龄，第(2)、(3)栏分别是A车间和B车间的受危人数。(4)、(5)栏分别为两个车间在相应时间的失效人数(发病人数)。

(2) 按式(1)计算出总失效率，本例仅二组，故：

$$q_t = \frac{D_{t(A)} + D_{t(B)}}{N_{t(A)} + N_{t(B)}}$$

当t=6时，$q_6 = (2+0)/(310+322) = 0.003\ 16$。

(3) 按式(2)计算各时间段的期望失效人数：

t=6时，$E_{6(A)} = 0.003\ 16 \times 310 = 0.979\ 6$

$E_{6(B)} = 0.003\ 16 \times 322 = 1.017\ 52$

(4) 用式(3)求出总的期望失效人数E_i，见表(7)、(8)栏末行。

(5) 计算χ^2值。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$= (102-74.16)^2/74.16 + (56-83.79)^2/83.79 = 19.67$

$\nu = 2-1 = 1$

因为$\chi^2 = 19.67 > \chi^2_{0.05(1)} = 3.84$，$P<0.05$，所以可以认为，两组的生存过程是有差别的。在B车间内工作的工人有较长的健康工作时间，亦即发病情况较轻。

MH法

MH法除了作列联表的显著性检验之外(见"MHχ^2检验"条)，也能用于两个队列生存期的比较。基本方法也是比较实际失效(死亡)数和理论失效(死亡)数，用χ^2检验来判定二者的差别是否显著。

统计量χ^2的计算有下列三个等价公式：

$$\chi^2 = \frac{[|O-E|-0.5]^2}{\sum_t \frac{N_{t(A)} \cdot N_{t(B)} D_t (N_t - D_t)}{N_t^2 (N_t - 1)}} \qquad (1)$$

MHχ^2法计算过程

工龄(年) t (1)	受危人数 合计 N_t (2)	$N_{t(A)}$ (3)	$N_{t(B)}$ (4)	发病合计 D_t (5)	合并发病率 P_t (6)	期望发病 $E_{t(A)}$ (7)	$\frac{N_{t(A)}N_{t(B)}D_t(N_t-D_t)}{N_t^2(N_t-1)}$ (8)
4	635	312	323	0	0	0	0
5	635	312	323	3	0.004 72	1.472 64	0.747 4
6	632	310	322	2	0.003 16	0.979 60	0.499 0
7	629	307	322	2	0.003 17	0.973 19	0.498 9
8	626	306	320	5	0.007 98	2.441 88	1.241 3
9	621	303	318	2	0.003 22	0.975 66	0.498 9
10	618	300	318	10	0.016 18	4.854 00	2.457 5
11	605	291	314	3	0.004 95	1.440 45	0.746 4
12	600	287	313	13	0.021 66	6.216 42	3.178 9
13	585	275	310	11	0.018 80	5.170 00	2.693 0
14	572	267	305	12	0.020 97	5.598 99	2.929 2
15	558	259	299	6	0.010 75	2.784 25	1.481 6
16	545	250	295	2	0.003 66	0.915 00	0.478 0
17	524	242	282	6	0.011 45	2.770 90	1.477 0
18	495	227	268	11	0.022 22	5.043 94	2.675 8
19	448	204	244	5	0.011 16	2.276 64	1.228 9
20	301	139	162	1	0.003 32	0.461 48	0.248 5
21	300	138	162	11	0.036 66	5.059 08	2.641 0
22	288	131	157	9	0.031 25	4.093 75	2.169 5
23	276	125	151	6	0.021 73	2.716 25	1.459 7
24	268	120	148	5	0.018 65	2.238 00	1.217 8
25	204	96	108	9	0.044 11	4.234 56	2.153 9
26	192	89	103	3	0.015 62	1.390 18	0.734 3
27	108	52	56	17	0.157 40	8.184 80	3.609 5
28	90	42	48	4	0.044 44	1.866 48	2.033 0
				158		74.158 14	39.099 0

$$\chi^2=\frac{\left[\sum\frac{N_{t(A)}\cdot N_{t(B)}(P_{t(A)}-P_{t(B)})}{N_t}-0.5\right]^2}{\sum\frac{P_t(1-P_t)N_{t(A)}\cdot N_{t(B)}}{N_t-1}} \qquad (2)$$

$$\chi^2=\frac{[\sum(D_{t(A)}-E_{t(A)})-0.5]^2}{\sum\frac{N_{t(A)}N_{t(B)}}{N_t-1}[P_t(1-P_t)]} \qquad (3)$$

式(1)中O为实际失效数,E为理论失效数,是各时段上值的总和;由于每个队列都可计算到一个实际失效数和一个理论失效数,但两者的差总是相同的,故可任取一组的O和E作式(1)的计算。$N_{t(A)}$和$N_{t(B)}$是两队列在不同时段t上的校正人数(或称受危人数);D_t是两样本在不同时段t上的合计失效数;N_t是两组合并的校正人数。式(2)中的$P_{t(A)}P_{t(B)}$是两组各自在t时的失效率,P_t是合并的失效率。式(3)中$D_{t(A)}$和$E_{t(A)}$分别为A组在t时段上的实际失效数和理论失效数。

兹以"logrank检验"条目的例子说明用式(1)作检验的具体算法过程。

(1) 制表。表中第(1)、(3)、(4)、(6)、(7)栏分别为"logrank检验"条目中表的第(1)、(2)、(3)、(6)、(7)栏的值。

(2) 表第(2)栏为A、B二组受危人数的小计,(5)栏是失效人数小计。

(3) 表第(8)栏按下式计算得出:

$$\frac{N_{t(A)}\cdot N_{t(B)}\cdot D_t(N_t-D_t)}{N_t^2(N_t-1)}$$

(4) 求得实际失效数和理论失效数的合计数O和E,及第(8)栏的合计数,按公式(1)求得χ^2值

本例为:

$$\chi^2=\frac{[|102-74.6|-0.5]^2}{39.099}=19.12$$

$\nu=1$ (ν为自由度)

因为,$\chi^2=19.12>\chi^2_{0.05}(1)=3.84$,所以,$P<0.05$。结果与logrank法相同,也说明两组的生存时间有差别。

生存率比较的Z检验

Z检验可用于比较两组在某一时点的生存率和累积生存率。其基本原理就是两个率的显著检验应用于生存率的比较,仅是方差的计算有所不同。

检验公式是:

$$Z=\frac{|P_{t(A)}-P_{t(B)}|}{\sqrt{SE^2(P_{t(A)})+SE^2(P_{t(B)})}} \qquad (1)$$

$$Z=\frac{|{}_tP_{0(A)}-{}_tP_{0(B)}|}{\sqrt{SE^2({}_tP_{0(A)})+SE^2({}_tP_{0(B)})}} \qquad (2)$$

用1.96作为判断的临界值,如$Z\geqslant1.96$,则$P\leqslant0.05$说明两组的率差别有显著性。

公式中,$P_{t(A)}$,$P_{t(B)}$分别指时间t时两个组(A组和B组)的生存率,$SE^2(P_{t(A)})$和$SE^2(P_{t(B)})$为它们的方差。${}_tP_{0(A)}$,${}_tP_{0(B)}$指累积生存概率,$SE^2({}_tP_{0(A)})SE^2({}_tP_{0(B)})$是它们的方差。

求$SE^2(P_{t(A)})$和$SE^2(P_{t(B)})$的公式为

$$SE^2(P_{t(A)})=\frac{P_{t(A)}(1-P_{t(A)})}{N_{t(A)}} \qquad (3)$$

$$SE^2(P_{t(B)})=\frac{P_{t(B)}(1-P_{t(B)})}{N_{t(B)}} \qquad (4)$$

$N_{t(\cdot)}$为受危人数。

$SE^2({}_tP_{0(A)})$和$SE^2({}_tP_{0(B)})$的求取见"寿命表法"条目。

两种检验具有不同的意义,公式(1)只能解释在某个时间段上,两组的生存概率之差有无统计学意义。公式(2)的检验可以反应累积性的效应。

如果逐一对每个组的各时点的累积生存概率(或生存率)作Z检验,从一系列的Z值可以看出开始出现差别的时点,这个信息是其他生存过程差别的检验不能提供的。

Gehan检验

Gehan检验是一种非参数性的统计方法,相当于Wilcoxon秩和检验,用于带有截尾变量的生存资料。它只能用于两个队列(两个组)的生存期比较。基本方法是将观察组每个人的生存期与对照组每个人的生存期比较,超过者得1分,不及者减1分,再将组中每个人的得分相加。如两个队列的生存期相等,则两组人的生存期定是随机交叉,每组的总得分应为0。如一组的生存期较长,则得分较多,总得分大于0,反之为小于0。按概率抽样原理,如两组生存期相等,则所得的总分值将近似服从均数为0,方差(s_E)为

$$\sqrt{\frac{n_1n_2\sum(R_1-R_2)_t^2}{(n_1+n_2)\cdot(n_1+n_2-1)}}$$

的正态分布。从而可按下式作Z检验:

$$Z=|V|/s_E \qquad (1)$$

上式中,n_1、n_2为两个比较组的样本容量,R_1为生存期较t为短的人数,R_2为生存期较t为长的人数,$(R_1-R_2)_t$为相应于t时的得分。V为某一组的总得分值。

现仍用logrank检验条目的例子来说明检验步骤:

(1) 制表。表的第(1)栏为观察时间,带"+"号的表示为截尾时间,无"+"号为失效时间,同一时间有两种结局时,失效时间放在前,截尾时间放在后。将两样本的数据按时间和结局分列于第(3)、(4)列。

(2) 表第(5)栏是累计数(S),分别累计失效和截尾数,在截尾数右上同样加"+"号表示。如时间点6时,有两行,失效行的累计数是时间5的失效人数3加上其自身的2,等于5,截尾行6^+,只有其本身的1例;时点7时,失效数是5加上2等于7,7^+时的累计数是1加上1为2。

Gehan检验方法计算过程

时间	观察小计	终止A组	人数B组	累计S	生存较短人数R_1	生存较长人数R_2	R_1-R_2	(4)×(8)	(8)×(8)×(2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
5	3	2	1	3	0	632	−632	−631	1 198 272
6	2	2	0	5	3	630	−627	0	786 258
6^{+}	1	1	0	1^{+}	5	0	5	0	25
7	2	1	1	7	5	627	−622	−622	773 768
7^{+}	1	0	1	2^{+}	7	0	7	7	49
8	5	3	2	12	7	621	−614	−1 228	1 884 980
9	2	2	0	14	12	619	−607	0	736 898
9^{+}	1	1	0	3^{+}	14	0	14	0	196
10	10	8	2	24	14	608	−594	−1 188	3 528 360
10^{+}	3	1	2	6^{+}	24	0	24	48	1 728
11	3	3	0	27	24	602	−578	0	1 002 252
11^{+}	2	1	1	8^{+}	27	0	27	27	1 458
12	13	11	2	40	27	587	−560	−1 120	4 076 800
12^{+}	2	1	1	10^{+}	40	0	40	40	3 200
13	11	7	4	51	40	574	−574	−2 136	3 136 716
13^{+}	2	1	1	12^{+}	51	0	51	51	5 202
14	12	7	5	63	51	560	−509	−2 545	3 108 972
14^{+}	3	1	1	14^{+}	63	0	63	63	11 907
15	6	5	1	69	63	552	−489	−489	1 434 726
15^{+}	7	4	3	21^{+}	69	0	69	207	33 327
16	2	2	0	71	69	543	−474	0	449 352
16^{+}	19	6	13	40	71	0	71	923	95 779
17	6	3	3	77	71	518	−447	−1 341	1 198 854
17^{+}	23	12	11	63^{+}	77	0	77	847	136 367
18	11	7	4	88	77	484	−407	−1 628	1 822 139
18^{+}	36	16	20	99^{+}	88	0	88	1 760	278 784
19	5	4	1	93	88	443	−355	−355	630 125
19^{+}	142	61	81	241^{+}	93	0	93	7 533	1 228 158
20	1	1	0	94	93	300	−207	0	42 849
21	11	7	4	105	94	289	−195	−780	418 275
21^{+}	1	0	1	242^{+}	105	0	105	105	11 025
22	9	4	5	114	105	279	−174	−870	272 484
22^{+}	3	2	1	245^{+}	114	0	114	114	38 988
23	6	4	2	120	114	270	−156	−312	146 016
23^{+}	2	1	1	247^{+}	120	0	120	120	28 800
24	5	2	3	125	120	263	−143	−429	102 245
24^{+}	59	22	37	306^{+}	125	0	125	4 625	921 875
25	9	4	5	134	125	195	−70	−350	44 100
25^{+}	3	3	0	309^{+}	134	0	134	0	53 868
26	3	2	1	137	134	189	−55	−55	9 075
26^{+}	81	35	46	390	137	0	137	6 302	1 520 289
27	17	10	7	154	137	91	46	322	35 972
27^{+}	1	0	1	391^{+}	154	0	154	154	23 716
28	4	1	3	158	154	86	68	204	18 496
28^{+}	86	41	45	477^{+}	158	0	158	7 110	2 146 904
Σ		312	323					14 482	33 399 629

（3）表中第（6）栏R_1是指生存时间短于t的人数，其值就是前一个时点失效累计数。第（7）栏R_2是指生存时间长于t的人数，其值为：

$$R_2=[(n_1+n_2)-(S_t+S_{t-1}^+)] \quad (2)$$

式中S_t为t时的失效累计数，S_{t-1}^+为t－1时的截尾累计数。截尾时点的R_2都为0，如：

$t=9$ 时 $R_1=S_{t-1}=S_8=12$

$R_2=n_1+n_2-S_t-S_{t-1}^+=635-14-2=619$

$R_1-R_2=-607$

$t=9^+$ 时 $R_1=S_t=14$

$R_2=0$,

$R_1-R_2=14$。

R_1-R_2为t时的得分值。

（4）表中第（9）栏为（3）栏乘（8）栏，亦可（4）×（8），即各组在每时间点上的人数乘上了相应得分数，并求和得V。不论用哪一组计分，其绝对值是相等的，只是符号相反。

本例，$|V|=|\sum(4)\times(8)|=14482$

或$=|\sum(3)\times(8)|=14482$

（5）表中第（10）栏计算得分数的平方，即（8）×（8）×（2），其总和$\sum(8)\times(8)\times(2)$是计算方差所需要的。本例$\sum(8)\times(8)\times(2)=33\,399\,629$。

（6）作Z检验。

H_0：两个队列生存期相等；

H_1：生存期不等。

将有关值代入式（1），则

$$Z=\frac{14482}{\sqrt{\frac{312\times 323\times 33\,399\,629}{(312+323)(312+323-1)}}}=5.01$$

因为$Z>1.96$，$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准拒绝了H_0，故可认为两队列的生存期是不同的，并说明A车间的工作条件较B车间为好，能健康工作的年限较长。

质量控制

统计质量控制

统计质量控制（statistical quality control）是采用控制图、工程能力分析、产品验收抽样等统计技术进行质量管理，使产品或工作质量得到保证。本方法最初用来检查工业产品质量，工作或服务质量是否在要求的范围内；检验生产过程是否运行正常，哪些因素有所失控。在医学上，它主要用于临床检验工作质量、X线诊断中摄片质量等。医学科学研究中可检验一些容易失控的工作质量。例如，在医学检验中，如果有一部分操作或试剂成分不合规格，化验结果就不会准确，此时，可采用标准品控制图来对化验质量进行监测控制。具体的做法是对标准品连续测定若干天（如20天，每天一次），以其均数$\bar{X}$和标准差S制出控制图。此后，逐日随常规样本测一次标准品，将结果标在控制图上，看数值是否在允许范围（或在受控制范围）之内，就可及时知道化验工作有否失控，以便及时校正。

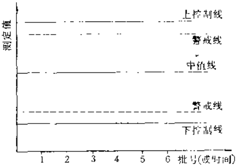
近年来，在统计质量控制的基础上，又发展了全面质量管理，在整个企业的各个部门，一起建立一个质量管理系统，应用统计方法、生产技术和管理技术从每个环节对生产过程进行控制，以保证最终产品的质量。目前，在医院管理中，也开始应用全面质量管理理论，以保证和提高医院的服务质量。

控制图

控制图（control chart）是用于产品管理的统计图，可检查产品质量是否失控，是质量控制的重要手段之一。20年代由Shewhart提出。

（1）控制图原理：在影响产品质量的因素受到控制（称受控因素）时，质量的测值所呈现的波动具有随机误差的性质，虽高低不定，但总是在一定范围之内。如果测值超出该范围，就表示受到某个因素影响，从而提醒管理者去找出原因予以改进，使产品质量稳定。

（2）控制图类型：有Youdon控制图、Shewhart控制图等。Shewhart控制图是最常用的一种。按照选用变量或统计量的不同，它又可分为单值X控制图、移动极差控制图、样本均数一极差控制图、次品数控制图和次品率控制图。各种Shewhart控制图都是由一个坐标轴，以及与横坐标平行的中值线和控制线组成，有时还加上警告线（图）。



Shewhart控制图的一般形式

用Shewhart控制图发现失控的方法是:①有某一点落在控制线外面。②连续有两点落在警戒线外。③中值线任一侧连续出现7个点。④有7个点连续上升或下降。⑤原无周期变化,现突然出现。

Youdon控制图见"敏感度和特异度"条。

均数—极差控制图

均数—极差控制图是由两种控制图——均数控制图和极差控制图合并而成。均数控制图(mean chart),简写为$\bar{X}$控制图;极差控制图(range chart),简写为R控制图。前者用于控制正确度,后者用于控制精确度。因为正确度和精确度都是必须监测的重要质量指标,故均数控制图和极差控制图常合并使用。合并后的图即为均数—极差控制图,简称为$\bar{X}-R$控制图。

制作$\bar{X}-R$控制图时,必须规定多少个产品(如n个)为一个组(一个样本),然后计算出每组样本的均数$\bar{X}$和极差R。再分别以$\bar{X}$与R为纵坐标,以时间(或批号)为横坐标制成两个散点状的统计图。将这两个统计图放在一起,即可观察产品质量有否失控。$\bar{X}$控制图从样本$\bar{X}$值的过大或过小,发现失控;R控制图则从样本离散程度是否过大来发现失控。

这一控制图的制法是:

(1) 参数μ和σ用从大量数据中计算出来的$\hat{\mu}$和$\hat{\sigma}$代替,$\bar{X}$和S用一般计算公式求得。或用$\hat{\sigma}=\bar{R}/d_2$来估计σ,$\bar{R}=\frac{\sum R}{k}$,即平均极差。k为样本个数。$d_2=\frac{3}{A_2\sqrt{n}}$,$A_2$可查附录四表43。

(2) 计算$\bar{X}$控制图的中线及上、下限值:

$\bar{X}$控制图的中线为$\hat{\mu}$

$\bar{X}$的控制上限$=\hat{\mu}+3\hat{\sigma}/\sqrt{n}$ (1)

n为每个样本含量

$\bar{X}$的控制下限$=\hat{\mu}-3\hat{\sigma}/\sqrt{n}$ (2)

也可添$\hat{\mu}\pm 2\hat{\sigma}/\sqrt{n}$为上、下警告限值。

(3) 计算R控制图的中线及上、下限值:

R控制图的中线为$\bar{R}$

R的上限$=\bar{R}\cdot D_4$ (3)

R的下限$=\bar{R}\cdot D_3$ (4)

D_3、D_4可查附录四表43而得,如R的下限被超出,一般无实际意义。

(4)制图:根据计算所得数据制图。

例 某耐火材料车间通风除尘系统可使粉尘浓度降到较安全水平。现将该系统正常运转时车间浓度记于表,试作$\bar{X}-R$控制图。

某车间粉尘浓度测定值

样本号	每样本的测定值					$\bar{X}$	R
1	1.6	5.3	1.4	0.5	0.7	1.9	4.8
2	0.7	1.5	2.3	2.0	2.4	1.78	1.7
3	0.9	1.2	1.3	1.4	3.1	1.58	2.2
4	1.6	1.9	2.1	2.2	3.8	2.32	2.2
5	1.0	1.1	0.8	1.6	2.4	1.38	1.6
6	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.54	0.6
7	3.9	1.1	1.7	2.2	1.9	2.16	2.8
8	2.6	1.3	3.4	1.2	1.1	1.92	2.3
9	2.0	2.1	9.0	1.3	0.8	3.04	8.2
10	2.0	0.9	2.3	1.7	0.7	1.52	1.6
11	2.8	2.1	1.2	1.8	0.9	1.76	1.9
12	0.9	1.5	1.0	1.5	1.9	1.36	1.0
13	2.0	1.1	0.8	1.1	1.9	1.38	1.2
14	1.3	1.3	1.5	2.3	9.0	3.08	7.7
15	2.3	3.2	1.7	1.6	1.8	2.12	1.6
16	0.5	1.0	1.5	1.6	1.8	1.28	1.3
17	0.7	3.8	1.5	2.9	1.1	2.00	3.1
18	1.0	2.0	1.2	1.6	0.3	1.22	1.7
19	2.4	1.3	3.3	0.7	1.1	1.76	2.6
20	0.7	1.5	3.3	1.3	2.2	1.8	2.6
合计						36.9	52.7

(1) 计算$\hat{\mu}$和$\hat{\sigma}$。先计算n=5的各组样本平均数$\bar{X}$及极差R(见上表),再计算$\hat{\mu}$, $\bar{R}$, $\hat{\sigma}$:

$$\hat{\mu}=\sum_{i=1}^{k}X/k=36.9/20=1.845$$

$$\bar{R}=\frac{\sum R}{k}=\frac{52.7}{20}=2.635$$

$$\hat{\sigma}=\frac{\bar{R}}{d_2}=\frac{2.635}{2.325}=1.133$$

(2) 计算$\bar{X}$控制图的中线值及上、下限值:

中线值$\hat{\mu}=1.845$

上控制限值$=1.845+\frac{3\times1.133}{\sqrt{5}}=3.366$

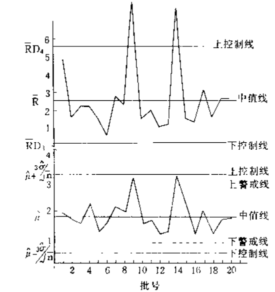
下控制限值$=1.845-\frac{3\times1.133}{\sqrt{5}}=0.324$

上警告限值$=1.845+\frac{2\times1.133}{\sqrt{5}}=2.858$

下警告限值$=1.845-\frac{2\times1.133}{\sqrt{5}}=0.832$

(3) 计算R控制图的中线值及上、下控制线限值:

中线值$\bar{R}=2.635$



$\bar{X}$—R控制图

上控制线限值$=\bar{R}\cdot D_4=2.635\times2.11=5.56$

下控制线限值$=\bar{R}\cdot D_3=2.635\times0=0$

(4) 制图：根据以上计算所得数据制成图。从图看出，第9和第14号样本的R超出控制线。

单值X控制图及移动极差控制图

单值X控制图(X chart)是每次样本只有一个测值的控制图。它是X控制图的特例。制作时是从控制状态的测值中计算出总体平均数和标准差的估计值$\hat{\mu}$和$\hat{\sigma}$。用$\hat{\mu}$为中线，$\hat{\mu}\pm3\hat{\sigma}$为上、下控制线。测值X的分布应接近正态分布。每次样本只有一个测值时，尚可制作移动极差控制图(R_s chart)。移动极差控制图也是反映离散度，是通过某两个连续样本离散过大来发现失控的。这两个控制图常合并使用。

移动极差(R_s)是两个连续样本测值(一个样本只有一个测值)之差。

$R_s=|X_i-X_{i-1}|$ (1)

R_s的中线$\bar{R}_s=\sum R_s/(k-1)$ (2)

R_s的上限$=D_4\bar{R}_s$，(取n=2) (3)

R_s的下限$=D_3\bar{R}_s$，(取n=2) (4)

其中D_3、D_4查附录四表43，n为每组例数。

例 某实验室备有某物质的溶液作为检验此物质的工作质量之用。每周测试一次，得测值如下，试作X和R_s控制图。

X:	766	770	748	770	745	715	712	756	787	746	782	801	743	755	771	755
R_s:		4	22	22	25	30	3	44	31	41	36	19	58	12	16	16

$k=16$；$\sum X=12\,122$；$\sum(X-\bar{X})^2=8\,409.8$；$\sum R_s=379$

$\hat{\mu}=\sum X/16=12122\div16=757.625$

$\hat{\sigma}=\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2/(k-1)}=23.678$

上控制线限值$=757.625+3\times23.678=828.659$

下控制线限值$=757.625-3\times23.678=686.591$

结果见图1。

$\bar{R}_s=\sum R_s/(k-1)=379/(16-1)=25.27$

上控制线$=D_4\bar{R}_s=3.267\times25.27=82.56$

下控制线$=D_3\bar{R}_s=0\times25.27=0$

结果见图2。

两图所示，均说明未出现失控。

根据以上数据作图。

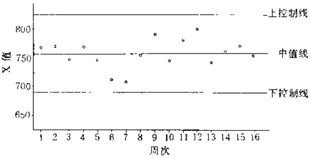


图1 某实验室的标准液测值的单值X控制图

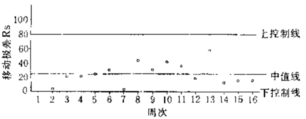


图2 某实验室的标准液测值的移动极差控制图

次品数与次品率控制图

根据每批产品中的次品数或次品率可以制出次品数或次品率控制图。设每批样品的含量为n，计算出每批样本次品数(或次品率)按如下步骤制出次品数控制图(Pn chart)，或次品率控制图(P chart)。

(1) 从k批样本计算出总体率的估计值$\hat{\pi}$：

$$\hat{\pi}=\frac{\sum 各组次品数}{\sum 各组样品含量} \quad (1)$$

当各组样品含量相等时：

$$\hat{\pi}=\frac{各组次品之和}{nk}$$

(2) 计算次品数控制图的中线及上、下控制线的纵坐标值：

中线值 $=n\hat{\pi}$ (2)

$$\sigma_{次品数}=\sqrt{n\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}$$

上控制线值 $=n\hat{\pi}+3\sqrt{n\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}=n\pi+3\sigma_{次品数}$ (3)

下控制线值 $=n\hat{\pi}-3\sqrt{n\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}=n\hat{\pi}-3\sigma_{次品数}$ (4)

(3) 计算次品率控制图的中线及上、下控制线纵坐标值：

中线值 $=\hat{\pi}$ (5)

上控制线值 $=\hat{\pi}+3\sqrt{\frac{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}{n}}$ (6)

下控制线值 $=\hat{\pi}-3\sqrt{\frac{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}{n}}$ (7)

本法在医学中常用来发现医院中无菌手术后感染、产后感染、医院内感染等发生率；环境监测超过标准的率（或称超标率）等情况。

例 某耐火材料厂从1984年起每月对20个工作点各测两次粉尘浓度，1984—1985年的2年间共测定了960次，其中有30次超过标准。1986年1—6月的测定结果如下：

月　份	1	2	3	4	5	6
测定次数	40	40	40	40	40	40
其中超标数	1	2	0	4	2	1
超 标 率	0.025	0.05	0	0.1	0.05	0.025

问1986年半年的环境质量控制工作与前2年相比是否有失控现象？

先按1984—1985年测值绘控制图。已知总测定次数和超标次数，则超标率为：

$\hat{\pi}=30/960=0.03125$

(1) 绘制次品数控制图（图1）：

中值线 $=\hat{\pi}\cdot n=0.031\,25\times40=1.25$

标准差：$\sigma=\sqrt{40\times0.031\,25(1-0.031\,25)}=1.1$

上控制线 $=1.25+3\times1.1=4.55$

下控制线 $=1.25-3\times1.1=-2.05$

因下控制线低于0，故取0值

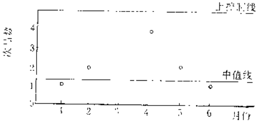


图1 次品数控制图

将1986年1—6月份的超标数点在图上，可见都是在控制线范围之内，说明1986年上半年的质量控制工作与前两年相同。

(2) 同样可以绘制出次品率控制图（图2）：

中值线 $=\hat{\pi}=0.031\,25$

上控制线 $=0.031\,25+3\times\sqrt{\frac{0.031\,25(1-0.031\,25)}{40}}$

$=0.113\,78$

下控制线 $=0.031\,25-3\times\sqrt{\frac{0.031\,25(1-0.031\,25)}{40}}$

$=-0.051\,28$

因下控制线低于0，故取0值。

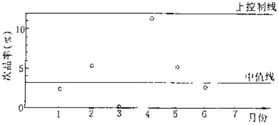


图2 次品率控制图

将1986年1—6月份的超标率点于图上。同样，各点均在控制线范围之内。

统计预测及周期性数据分析

预测及预测值估计

在各种事业的规划中，常要先对将来发生的事物作出数量上的估计，称为预测(forecast)。例如，要制订某地矽肺、石棉肺等职业病防治的卫生规划，不但要知道现有的这类职业病人数，还应对将来可能会发生的病人数或和总的病人数有一个估计，即对将来的病人数作个预测。

预测值估计方法很多，常用有以下几种。

(1)趋势分析法：包括时间序列预测(见"时间序列预测"条)、回归方法预测。回归方法预测中有简单的直线回归和比较复杂的回归模型，如指数曲线、logistic曲线、Forier级数模型等。

(2) 多元统计模型和流行病学数学模型：比上一方法更进一步，它考虑了有关因素对预测值影响。例如，天气预报可根据当时的气象因素对天气作出预报。流行病学数学模型考虑了疾病的流行病学特点，结合预防措施的发展对疾病动态作出预测。

以上两种方法，都是从本地区过去的数据，经过分析得到的经验或规律，用以预测本地区的未来。预测的时间短一些，结果比较可靠，偏差较少。

(3) 类比：借鉴其他各国或其他地区的资料，对本地区发展作出预测。这一方法的缺点是偏差较大。

(4) Delphi法：这是由专家作出预测值估计的方法。这一方法在缺乏长期数据或以上几种方法难以估计或估计值有待校正等情况下适用。

本方法的特点和步骤是：①用书面方式代替会议或座谈方式得到专家们的看法。一般对各专家用信函方式发出征询意见的调查表。专家们对此互不交谈，互不通姓名(匿名)，因此避免了个别权威性专家影响其他专家发表意见。②汇集专家提出的数据，如对预测值作出的估计，进行统计处理，计算平均数、标准差、最高值与最低值之间的范围等。③反馈与反覆征询。将征询调查表汇集、整理和分析结果，反馈给各专家，使各专家知道不同的看法和理由，和反映在数字上的差异，便于各专家修正自己的看法和更改估计数值。在提供反馈的同时，再次发出征询调查表，让专家在看到反馈信息后，提出新的论证、论点及估计数值。如此多次反覆提供反馈信息和征询，最后得到比较集中的意见和变异较小的估计值。

上述各种预测值估计方法，可结合应用。

时间序列预测

时间序列(time series)是指观察到的或收集到的各个时点上的数据，往往随时间变化而呈现一定的规律。利用这种规律进行预测的方法称时间序列预测。时间序列中数据的波动主要是由长期趋势、季节变动、周期变化和不规则变动几个部分组成。分析时间序列的方法很多，其中最方便的是利用移动平均方法将这几个部分分解出来，从而掌握数据波动规律，用于预测。

移动平均法是将时间序列数据进行处理以得到新的时间序列，使原有数据中的不规则波动消除，使某种趋势更为清楚，从而可作进一步的分析和预测。

移动平均的计算 移动平均是将时间序列中连续k个数据计算平均数，按次将序列中所有平均数计算出来，得新的序列。

如果对新的序列，再一次作移动平均，称为二次序列。

例如，某医院从1958—1978年精神分裂症出院病人的病死率如表1，计算k=3，k=5时的移动平均数。

当k=3时，第一个平均数是$(0+31+0)\div3=10.3$，此值放于这3年的中间一年(1959年)。第二个平均数为$(31+0+15)\div3=15.3$，放在1960年。依此类推。当k=5，第一个为1958—1962年5年的数据平均，得10.2，记在中间一年(1960年)。依此类推，得其他数值。

两个移动平均数序列与原来数据相比，要平滑得多。原来数据的不规则变动，在移动平均数序列中有所减弱。因此，从移动平均数的序列更易看出病死率的变化，在前一阶段下降较快，以后下降十分缓慢。

移动平均的趋势估计 通过移动平均处理消除了不规则变动之后，可以清楚呈现长期趋势。最为常见的趋势是直线趋势和指数曲线趋势。这可用相应的方程来拟合，得到预测方程。拟合方法可分别见"直线回归"和"指数曲

线拟合"条。在时间序列中，自变量是时间t。

表 1　某医院 1958—1978 年的精神分裂症出院病人病死率统计

年份	病死率(%)	k=3 移动平均数	k=5 移动平均数
1958	0		
1959	31	10.3	
1960	0	15.3	10.2
1961	15	6.7	11.4
1962	5	8.7	5.2
1963	6	3.7	6
1964	0	3.3	4
1965	4	3	3.6
1966	5	4	2.4
1967	3	2.7	3.4
1968	0	2.7	3.2
1969	5	2.7	2.8
1970	3	3.7	2.8
1971	3	3	2.8
1972	3	2	3.0
1973	0	3	3.0
1974	6	3	2.4
1975	3	3	1.8
1976	0	1	2.6
1977	0	1.3	
1978	4		

除了用一般的方法来作拟合之外，习惯上，还常采用较为方便的趋势估计方法：

(1) 直线趋势估计：将时间序列数据分为前后两段，分别计算出两段的平均数，再用后一个平均数减去前一个平均数，再除以相应的年份个数，即可得到平均每年增加或减少的量。如果长期的时间序列不呈持续的直线变化，这时可以分期作直线趋势估计，即分段计算平均变化量。

在上述的例中，前 10 年有 10 个数据，分两段，每段有 5 个数据，每段平均数值代表每段中间年份(即 1960 年和 1965 年)的移动平均数。从表 1，1960 年为 10.2，1965 年为 3.6。

1960 年到 1965 年相隔 5 年，5 年下降 10.2—3.6=6.6，平均每年下降 1.32，即 1958—1967 年 10 年中平均年下降数。

同样方法可计算出中 1968—1977 年的平均每年下降数值：(2.8—1.8)÷5=0.20，平均年下降值比前 10 年为低。

(2) 指数曲线趋势估计：如果随着时间的变化，数据按比例上升或下降，则可用下式估计年增长或下降率：

$$(1+r)=(Y_n/Y_1)^{1/(t_n-t_1)}, Y_n>Y_1 \quad (1)$$

$$(1-r)=(Y_n/Y_1)^{1/(t_n-t_1)}, Y_n<Y_1 \quad (2)$$

式中r为年增加率(当$Y_n>Y_1$)或年减少率(当$Y_n<Y_1$)，Y_1为序列中(或移动平均数序列中)第一个数据，Y_n为最后一个数据。

例如表 1 中，在开始几年内病死率Y下降较快，在末了几年内病死率 Y 下降较慢，用线性趋向方法拟合全部数据不很合适。现用简单的等比上升(或下降)方法描述。

为了避免原数据的 0 值和较大的随机变异，用k=3 移动平均数代替原数据计算的年下降率，取$Y_1=10.3$，$Y_n=1.3$，$t_n-t_1=1977-1959=18$(年)，则

$$(1-r)=(1.3/10.3)^{1/18}=0.891\,38; r=1-0.891\,38=0.108\,62$$

移动平均的季节变化估计　在医学上，很多疾病的发病率有季节性变化。就诊病人数也有季节性变化。用移动平均数法估计季节变化的步骤如下：

(1) 计算移动平均数。第一次为k=12的移动平均数，1—12 月的平均值的时间位置是 6.5 月，下一个移动平均数为 7.5 月。再作第二次k=2移动平均数，第一个k=2移动平均为 6.5 月与 7.5 月。移动平均的平均，其时间位置为 7 月份。

(2) 把原数据用相对应的二次移动平均数除，得相对比。

(3) 再将各年不同月份的相对比，计算平均值。

例 1　某医院 3 年按月急诊病例人次数统计如表 2，试用移动平均数分析季节变化。

表 2　某医院 3 年中每月急诊病例数(千人为单位)

年份	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976	7.9	8.5	7.3	8.6	10.2	10.4	9.0	6.9	6.8	7	9 6.3	7.3
1977	7.0	6.6	9.5	7.4	7.2	6.4	11.1	12.5	9.8	8.7	7.4	7.6
1978	7.9	8.1	7.4	10.3	11.1	11.1	10.9	10.3	9.6	11.3	9.1	9.8

(1) 计算两次移动平均数：第一次取k=12，故第一个平均数为1976年的1月份数加上以后11个月的数再除12，即(7.9+8.5+…+6.3+7.3)/12=8.09，记在 6.5 月处。第二个平均数从 1976 年 2 月开始为(8.5+7.3+…7.3+7.0)/12=8.02，记在 7.5 月处。余类推。直到计算出最后 12 个月份的平均数。接着计算第二次的移动平均，取k=2，第一个平均数为 6.5 月的 8.09 与 7.5 月的 8.02 的平均(8.09+8.02)/2=8.06，记在 1976 年的 7 月处。余类推，得全部移动平均数如表 3。

表 3　二次移动平均数的计算结果

年份	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976							8.06	7.94	7.95	7.99	7.81	7.53
1977	7.45	7.77	8.13	8.28	8.36	8.42	8.47	8.57	8.67	8.58	8.86	9.22
1978	9.41	9.31	9.21	9.31	9.49	9.65						

(2) 求原数据与移动平均数的比值，表2中1976年7月份的9.0与表3中的相应值8.06相比得111.7，全部结果列于表4。

(3) 将各年不同月份的相对比值，计算平均数。计算结果见表4。

表4 原数列数据与移动平均数相对比(%)

年份	月						份					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976							111.7	86.9	85.5	98.8	80.7	96.9
1977	94.0	84.9	116.9	89.4	86.1	76.0	131.1	145.9	113.0	101.4	83.5	82.4
1978	84.0	87.0	80.3	110.6	117.0	115.0						
平均	89.0	85.8	98.6	100	101.5	95.5	121.5	116.4	99.3	100.1	82.1	89.7

表4中最后一行的平均值，称为季节指数。

移动平均数取k=12，目的是考虑增减趋势的影响，使季节指数不受趋势变动而反映季节变动情况。

为了更直观地看出表4数据是否有季节性波动，将这24个月的数据从1976年7月到1978年6月依次排列，每12个月为一年段，分为两个年段(见表5)。各个年段的12个月数据，按照数值大小排列成秩次(见表5括弧内的数值)。从每年段的秩次数值来看，看不出从高峰到低谷的波动现象。也看不出两个年段的秩次有相关的现象。

表5 表4中二个年段数据的秩次(秩次列于括号内)

年份	月						份					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
1976—1977	111.7 (12)	86.9 (5)	85.5 (3)	98.8 (7)	80.1 (2)	96.9 (10)	94.0 (9)	84.9 (8)	116.9 (11)	89.4 (6)	86.1 (4)	76.0 (1)
1977—1978	131.1 (11)	145.9 (12)	113.0 (8)	101.4 (6)	83.5 (3)	82.4 (2)	84.0 (4)	87.0 (5)	80.3 (1)	110.6 (7)	117.0 (10)	115.0 (9)

($R_s=0.31$, $P>0.05$)

(4) 周期变化：首先是取周而复始的间隔年数作为k计算移动平均数序列。如k为双数，则作两次移动平均法，第一次取k为间隔年数，第二次取k=2。为了消除长期趋势影响，须再把原数据除以相应年份的移动平均值，这个相对比反映了纠正趋势变动后的周而复始现象。如果原始数据有季节变动，还应把原数值除以季节指数，以消除季节变动。

例2 某医院从1949—1978年30年间收治流行性脑脊髓膜炎病人数如表6，观察到每隔10年有一次高峰(第一次k=10，第二次k=2)。试用移动平均法作分析。

从原数据可看出隔10年有一高峰，因此取k=10,2作二次移动平均(表6第(3)列)。再求出原病例数与移动平均值比值(表6第(4)列)。这比例消除了趋势变动的影响。分析结果看出流行性脑脊髓膜炎具有周期变化。1957、1967年为高峰，高峰后，5年持续较高，另外5年则较低。

预测　时间序列分析的结果可用于短期预测。

(1) 从趋势分析得到的每年平均上升或下降数b，已知序列最后一年或最后一个移动平均数的数值Y_0，则t年后

$$Y_t=Y_0+bt \quad (3)$$

(2) 同时考虑趋势变动和季节变动。t年后某个月的

表6 某医院30年流行性脑脊髓膜炎历年住院病例数及其与移动平均比值

年份 (1)	病例数 (2)	二次移动平均 (3)	比值 (4)	年份 (1)	病例数 (2)	二次移动平均 (3)	比值 (4)
1949	1			1964	19	177.9	0.106
1950	0			1965	10	125.5	0.080
1951	11			1966	50	106.45	0.469
1952	4			1967	1179	165.1	7.141
1953	2			1968	64	165.65	0.386
1954	0	44.3	0	1969	129	174.05	0.741
1955	0	55.3	0	1970	44	178.8	0.246
1956	2	56.1	0.036	1971	101	175.5	0.575
1957	244	55.9	4.365	1972	84	174.7	0.481
1958	79	56.4	1.401	1973	43	125.05	0.246
1959	201	57.75	3.481	1974	54		
1960	20	59.2	0.338	1975	20		
1961	6	62.1	0.097	1976	24		
1962	6	111.25	0.054	1977	77		
1963	10	157.25	0.064	1978	61		

预测值Y_t用下式计算:

$$Y_t=(Y_0+bt)\left(\frac{s_i}{\sum s_i}\right) \quad (4)$$

s_i为i月的季节指数,$\sum s_i$为全年季节指数之和。上式t值系按年计算。如t值按月计算,则b值须用每月平均上升或下降值。上式改为

$$Y_t=(Y_0+bt)\left(\frac{12s_i}{\sum s_i}\right) \quad (5)$$

因此,在时间序列分析基础上,可估计以后若干年的数值。

遗传流行病学统计方法

遗传流行病学统计方法

遗传流行病学(genetic epidemiology)是一门研究人群中与亲缘有关疾病的分布、病因和控制的学科。同亲缘有关疾病在人群中的分布主要呈现为家族相似性的垂直关系和家庭集聚性的水平关系。统计方法的应用就是以数量的形式来分析这种关系的是否存在、这种关系的遗传背景及环境作用。

遗传流行病学尚有一些特有的统计分析研究方法,如遗传率估计、基因频率分析、分离比分析、突变率估算等。遗传学研究中的通径分析也不同于一般用于社会因素分析的、属多元回归模型的那种通径分析。因此遗传统计已形成一个独特的系统,并正在不断完善。

遗传率的估计方法

遗传率(heritability)是子代某种性状受亲代遗传因素影响的强度的一种度量,以h^2表示。其基本含义是遗传引起的变异占总变异的百分比,因而其数值范围为0—1之间,表示从与遗传无关到完全由遗传决定之间的、与遗传相联系的程度。

遗传率的概念与其统计分析方法为遗传流行病学研究提供有力手段。尤其对于既受环境影响又受遗传影响的疾病与性状、对于不能用一二个基因遗传方式所能分析的一些疾病与性状、对于由连续性变量表达的表型性状等数据,均可采用遗传率方法予以研究。

遗传率的研究方法有很多种,常用有:组内相关法、回归法,用于连续性定量性状数据;Falconer的阈值模型,用于定性的性状及发病数据;双生子法分析双生子间的定量、定性的性状(及发病)数据;以及通径分析法等(见"遗传率的通径分析"条)。

组内相关法 将同胞或同父异母、同母异父的半同胞的性状数据(连续性定量数据),计算出组内相关系数r_I,再进一步计算遗传率。统计分析采用一般的多样本方差分析方法。把每家作为一样本,一个家庭中2个、3个等兄弟(或姐妹)测值不分长幼作为样本内,计算出样本间和样本内的离均差平方和SS和均方MS。

(1) 计算样本间方差s_A^2:

$$s_A^2=(MS_{(样本间)}-MS_{(样本内)})/n_0 \quad (1)$$

n_0为平均样本含量(每家平均兄弟数)

$$n_0=\left(\sum^a n_i-\frac{\sum^a n_i^2}{\sum^n n_i}\right)/(a-1) \quad (2)$$

a为家庭数,n_i为每家兄弟数

(2) 计算组内相关系数r_I:

$$r_I=s_A^2/(s_A^2+MS_{(样本内)}) \quad (3)$$

MS为家庭内均方

(3) 计算遗传率h^2:

同父母兄弟(或同父母姊妹):$h^2=2r_{FS}$ (4)

r_{FS}为同父母同胞的组内相关系数

半同胞间:$h^2=4r_{HS}$ (5)

r_{HS}为半同胞间的组内相关系数

关于利用方差分析方法计算组内相关系数,可参看"组内相关系数"条(注意,未分清同卵或异卵双生子的数据,不能计算遗传率)。

回归法 主要用于从亲代、子代的某一性状属连续性定量变量的数据,来计算出遗传率。分析方法采用一般的线性回归方法,自变量X表示亲代的性状变量,应变量Y代表子代的性状变量。从调查资料经回归分析得到回归系数后,用下式计算遗传率。

$h^2=2b_{OP}$ (6)

式中b_{OP}为从亲代(父或母)估计子代(子或女)性状的回归方程中的回归系数。

Falconer法　这是一种当性状是定性变量时分析遗传率的方法。所依据的数据可得自病例对照的研究资料，如对某种疾病病例调查他们一级亲属的该病发病人数，在性别、年龄相平衡的对照组中也调查其一级亲属的发病，从两组资料的罹患率计算出遗传率。也可将当地人群中的该病罹患率，代替对照组的罹患率。

(1) 从调查而得的数据计算出回归系数b：

$$b=\frac{p_c(X_c-X_r)}{a_c} \tag{7}$$

式中$p_c=1-q_c$（q_c为对照组亲属的罹患率）；X_c是对照组的正态离差值，可从q_c查附录四表 47 得到；X_r可从q_r查表而得q_r是病人组亲属罹患率；a_c是对照组亲属患病者的平均离差值，查附录四表 47 可得。

当群体的罹患率代替对照组亲属时，式(7)可用式(8)计算，式(8)中X_g与a_g为群体中相应的正态离差值。

$$b=\frac{X_g-X_r}{a_g} \tag{8}$$

(2) 计算回归系数b的方差：

式(7)的b的方差：

$$V_b=\left(\frac{p_c}{a_c}\right)^2\left(\frac{p_r}{a_r^2A_r}\right) \tag{9}$$

式中，p_r为$1-q_r$，q_r为病人亲属罹患率，a_r为病人亲属中患病者的平均离差，可查附录四表 47 而得。A_r为病人亲属中罹患此病人数。

式(8)的b的方差：

$$V_b=\left(\frac{1}{a_g^2}\right)\left(\frac{p_r}{a_r^2A_r}\right) \tag{10}$$

(3) 计算遗传率及其误差：从式(7)、(8)得到的回归系数，可计算出遗传率及其误差：

$$h^2=\frac{b}{r} \tag{11}$$

式中r为亲缘系数：一级血亲亲属，指父、母、子、女、同胞，$r=1/2$；二级血亲亲属指祖孙、外祖孙，$r=1/4$；三级血亲亲属指叔、伯、姑、舅、姨、内侄女、外甥，$r=1/8$。

$$V_{h^2}=\frac{1}{r^2}V_b;\quad S_{h^2}=\frac{1}{r}\sqrt{V_b} \tag{12}$$

式(12)为遗传率及其标准误的方差。

双生子法　应用本法得出某种性状的遗传率时，要分清每对双生子是属同卵双生子还是属异卵双生子。按所观察的性状为定量变量还是定性变量，有不同的统计分析方法。

(1) 定量变量的遗传率计算：设一对双生子的表型性状测值分别为P_{i1}、P_{i2}。i为第i对双生子，$i=1\cdots n$。n为双生子的对子数。每对双生子两测值之和以Y表示，$Y_i=P_{i1}+P_{i2}$。用下列公式计算组内均方(M_w)与组间均方(M_A)：

$$M_w=\frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}(P_{i1}-P_{i2})^2 \tag{13}$$

$$M_A=\frac{1}{2(n-1)}\left[\sum_{i=1}^{n}Y_i^2-\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2/n\right] \tag{14}$$

从组内均方(M_w)、组间均方(M_A)计算出组间表型方差V_A及相关系数r：

$$V_A=(M_A-M_w)/2 \tag{15}$$

$$r=\frac{V_A}{V_A+M_w} \tag{16}$$

对同卵双生子(MZ)数据、异卵双生子(DZ)数据分别用式(13)—(16)计算出M_w、r后，各以下式符号表示：$M_{w(MZ)}$、$r_{(MZ)}$、$M_{w(DZ)}$、$r_{(DZ)}$。

并用下列公式计算h^2：

$$h^2=\frac{M_{w(DZ)}-M_{w(MZ)}}{M_{w(DZ)}} \tag{17}$$

$$h^2=2[r_{(MZ)}-r_{(DZ)}] \tag{18}$$

式(17)的h^2的标准误为：

$$S_{h^2}=\sqrt{2F^2\frac{n_2^2(n_1-1)(n_1+n_2-4)}{n_1^2(n_2-3)^2(n_2-5)}} \tag{19}$$

式中$F=M_{w(MZ)}/M_{w(DZ)}$，n_1为同卵双生子对子数，n_2为异卵双生子对子数。

式(18)的h^2的标准误为：

$$S_{h^2}=\sqrt{4\left\{\frac{1-r_{(MZ)}^2}{n_1}+\frac{1-r_{(DZ)}^2}{n_2}\right\}} \tag{20}$$

(2) 先证者一致率法的遗传率计算：当发现双生子之一患某种疾病时，调查另一个双生子是否也是此病的患者。同时，调查出该病在人群中的患病率。如此调查所得的数据，可用本法作统计分析而算出该病遗传率。

应用此方法分析，首先要计算出先证者一致率。从表1可看出每对双生子有四种组合情况；但从发现的病例出发进行调查，两个双生子都属正常的对子数是得不到的。

表1　每对双生子按是否患病分组

双生子之二	双生子之一		
	有病(1)	正常(0)	
有病(1)	n_{11}	n_{10}	$n_{11}+n_{10}$
正常(0)	n_{01}	(n_{00})*	
	$n_{11}+n_{01}$		$(n_{11}+n_{10}+n_{01}+n_{00})$

* n_{00}数值在调查时是得不到的数值，故用括号

先证者一致率C_p为：

$$C_p=2n_{11}/(2n_{11}+n_{10}+n_{01}) \tag{21}$$

然后，从C_p查附录四表 47 得X_r（正态离差）和a_r（平均离差）。从人群患病率也查出正态离差X_g和平均离差a_g。用下式计算出易患性相关系数：

$$r=\frac{X_g-X_r\sqrt{1-(X_g^2-X_r^2)(1-X_g/a_g)}}{a_g+X_r^2(a_g-X_g)} \tag{22}$$

将同卵双生子、异卵双生子数据分别用上述步骤计

算出r，各以$r_{(MZ)}$、$r_{(DZ)}$表示，用下式计算遗传率，以h_B^2表示：

$$h_B^2=2(r_{(MZ)}-r_{(DZ)}) \quad (23)$$

r的标准误为：

$$s_r=\sqrt{(\frac{1}{a_g^2})(\frac{1}{a_r^2})(\frac{1-C_p}{A})} \quad (24)$$

式中A为同病对子数

$s_{h_B^2}$的标准误与式(20)相同。

例1 对上海部分地区83名收缩压、舒张压均超过95%位数并无其他内科疾病的学生，调查其一级、二级亲属的原发性高血压患病率，并对80名血压正常学生作同样调查，两组学生的一级亲属与二级亲属的年龄分布相仿(无显著区别)而高血压患病率有显著区别(表2)，试用Falconer法计算遗传率。

表2 血压偏高学生与正常组学生亲属的高血压患病率比较

组别	调查人数	患病人数	患病率(%)
血压偏高组一级亲属	183	24	13.11(qr)*
正常血压组一级亲属	184	5	2.72(qc)
血压偏高组二级亲属	367	111	30.25(qr)*
正常血压组二级亲属	346	78	22.54(qc)

* 与对照组相比有显著差别

1. 一级亲属的遗传率：

(1) 计算回归系数b：$q_c=0.027$，$p_c=1-q_c=0.973$，查附录四表47，得$X_c=3.464$(用补插法)，$a_c=3.718$。$q_r=0.131$，查附录四表47，得$x_r=3.010$，$a_r=3.292$。

代入公式(7)，

$$b=\frac{p_c(x_c-x_r)}{a_c}=\frac{0.973(3.464-3.010)}{3.718}=0.119$$

(2) 计算b的方差V_b及标准误S_b：

$$V_b=\left(\frac{p_c}{a_c}\right)^2\left(\frac{p_r}{a_rA_r}\right)=\left(\frac{0.973}{3.718}\right)^2\left(\frac{1-0.131}{3.292^2\times24}\right)=0.000\,228\,8$$

$s_b=0.015$

(3) 计算遗传率及其标准误：

$$h^2=\frac{b}{r}=\frac{0.119}{\frac{1}{2}}=0.24$$

$$s_{h^2}=\frac{1}{r}s_b=2\times0.015=0.03$$

得高血压的遗传率为24±3%。

2. 二级亲属的遗传率：

(1) 计算回归系数b及其标准误：$q_c=0.225$，$p_c=0.775$，查附录四表47，得$x_c=2.841$

$a_c=3.135$

$q_r=0.303$，$p_r=0.697$，查附录四表47，得$x_r=2.745$，$a_r=3.037$

$$b=\frac{p_c(x_c-x_r)}{a_c}=\frac{0.775(2.841-2.745)}{3.135}=0.023\,7$$

$$V_b=\left(\frac{p_c}{a_c}\right)^2\left(\frac{p_r}{a_r^2A_r}\right)=\left(\frac{0.775}{3.135}\right)^2\left(\frac{0.697}{3.037^2\times111}\right)=0.000\,041\,5$$

$\sqrt{V_b}=0.006\,44$

(2) 计算h^2及其标准误：

$h^2=4b=0.095$

$V_{h^2}=4\sqrt{V_b}=0.027$

得高血压的遗传率为9.5±2.7%

例2 在上海某区调查32对同卵双生子、18对异卵双生子儿童的舒张期血压，经方差分析得测值的组内均方M_w和组间均方M_A分别为：

	M_w	M_A	n
同卵双生子(MZ)	31.422	138.927	32
异卵双生子(DZ)	54.111	134.150	18

求遗传率h^2及其误差。

从式(15)、(16)计算出组间表型方差V_A、相关系数r：

同卵双生子，$V_{A(MZ)}=[M_{A(MZ)}-M_{W(MZ)}]/2$

$=(138.927-31.422)/2=53.752\,5$

异卵双生子，$V_{A(DZ)}=(M_{A(DZ)}-M_{W(DZ)})/2$

$=(134.150-54.111)/2=40.019\,5$

同卵双生子，$r_{(MZ)}=V_{A(MZ)}/(V_{A(MZ)}+M_{A(MZ)})$

$=53.753/(53.753+31.422)=0.631$

异卵双生子，$r_{(DZ)}=V_{A(DZ)}/(V_{A(DZ)}+M_{W(DZ)})$

$=40.020/(40.020+51.111)=0.439$

从式(17)、(19)计算出h^2及其标准误：

$$h^2=\frac{M_{W(DZ)}-M_{W(MZ)}}{M_{W(DZ)}}=\frac{54.111-31.422}{54.111}=0.419$$

$$s_{h^2}=\sqrt{2F^2\frac{n_1^2(n_1-1)(n_1+n_2-4)}{n_1^2(n_2-3)^2(n_2-5)}}$$

$$=\sqrt{2\left(\frac{31.422}{54.111}\right)^2\frac{18^2(32-1)(50-4)}{32^2(18-3)^2(18-5)}}=0.245$$

从式(18)、(20)计算出h^2及其标准误

$$h^2=2[0.631-0.439]=0.384$$

$$s_{h^2}=\sqrt{4\left\{\frac{1-r^2_{(MZ)}}{n_1}+\frac{1-r^2_{(DZ)}}{n_2}\right\}}$$

$$=\sqrt{4\left\{\frac{1-0.631^2}{32}+\frac{1-0.439^2}{18}\right\}}=0.502$$

舒张期血压的遗传率为0.384和0.419，但这两个数值的标准误比较大，尚不能认为儿童期血压受遗传因素的影响。

例3 表3数据为女性双生子对子中患乳腺癌病人的另一姊妹患此病统计，同时调查了人群患病率。试计算易患性相关系数、遗传率h_B^2。

表3 女性同卵和异卵双生子患乳腺癌比较

诊断时年龄(岁)	人群患病率(%)	同卵双生子		异卵双生子	
		同病对数	非同病对数	同病对数	非同病对数
55以下	1.6	2	16	2	36
55—	3.8	3	36	3	64
70—80	5.8	5	38	4	73

以55岁以下同卵双生子数据，进行计算：

$$先证者一致率C_p=\frac{2n_{11}}{2x+n_{01}+n_{10}}=\frac{2\times2}{2\times2+16}=0.20$$

查附录四表47，得$X_r=0.842$，$a_r=1.400$。

群体患病率=1.6%，查附录四表47，得$x_g=2.144$，$a_g=2.502$

易患性相关系数及标准误，从式(22)、(24)得：

$r_{(MZ)}=$

$$\frac{2.144-0.842\sqrt{1-(2.144^2-0.842^2)(1-2.144/2.502)}}{2.502+0.842^2(2.502-2.144)}=0.574\ 5$$

$$s_{r(MZ)}=\sqrt{\left(\frac{1}{2.502}\right)^2\left(\frac{1}{1.400}\right)^2\left(\frac{1-0.20}{2}\right)}=0.180\ 6$$

以55岁以上，异卵双生子数据，作同样步骤计算，得$r_{(DZ)}=0.378\ 5$，$s_{r(DZ)}=0.153$。

从式(23)及(20)得h_B^2及$s_{h_B^2}$：

$h_B^2=2(0.57-0.38)=0.38$

$s_{h_B^2}=2\sqrt{0.1806^2+0.153^2}=0.47$

各年龄组，作同样步骤的计算，得

年龄组	同卵双生子$r_{(MZ)}$	异卵双生子$r_{(DZ)}$	h_B^2
55岁以下	0.57±0.18	0.38±0.15	0.38±0.47
55—	0.35±0.16	0.20±0.14	0.30±0.42
70—80	0.41±0.14	0.15±0.13	0.52±0.39

遗传率虽然较高，而它们的标准误较大，不能认为有统计学意义。

遗传率的通径分析

遗传率的通径分析是通径分析(path analysis)应用于遗传学研究中的一种方法。这种遗传率研究方法适用于同胞子女、双生子的多基因性状数据的分析。

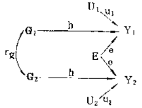
通径分析是多元线性回归与因果关系图示相结合的统计分析方法(见"通径分析"条)。在遗传率的通径分析中，代表因素的自变量(即因素变量)，有G代表遗传因素、E代表环境因素。同胞子女的表型性状测值为应变量(即结果变量)，以Y_1、Y_2等表示。Y值的变异受遗传与环境两方面的因素影响，此外，还受其他因素的影响，统称为残差，以U表示。

因素与结果之间的联系强度用通径系数表示，其符号为小写字母g、e等。通径系数就是表示多个因素变量与一个应变量之间多元回归方程中的标准化偏回归系数b′。因素与因素或结果与结果的变量之间如果无明显方向性的联系，可用相关系数r表示它们之间的联系程度。通径系数与相关系数把研究中各个有关变量之间两两关系用数量表示。遗传因素G对应变量Y_1或Y_2的通径系数g的平方值，称为遗传对应变量Y的决定系数，这数值符合遗传率的概念，即$g^2=h^2$。如果应变量Y的变异完全可由遗传、环境和残差三部分因素所决定，则这三部分决定系数之和为1。

$$h^2+e^2+u^2=1 \tag{1}$$

使用通径分析方法，对所研究各因素与结果变量之间联系必须用一个通径图表出。例如，一个随机交配群体中全同胞间性状变量与各种因素之间关系，可用图表示。

通过这一通径图，可对两个同胞性状变量Y_1、Y_2之间的相关系数$r_{1,2}$进行剖析。只有两条通径使Y_1与Y_2之间发生联系：一条是$Y_1G_1G_2Y_2$通径，其联系程度为通径中各通径系数与相关系数的乘积：$h\cdot r_g\cdot h$。另一条是



同胞(包括双生子)间性状变量及因素关系的通径图
在这通径图中，同胞的共同环境用E表示，残差U包括了同胞所处的特殊环境

Y_1EY_2，联系程度为e^2。$r_{1,2}$为这两条通径的联系程度所造成：

$$r_{1,2}=r_gh^2+e^2 \tag{2}$$

在剖析$r_{1,2}$的通径时，只有开始时可连续逆箭头方向，转入顺箭头方向后，只能用顺箭头方向通到另一个结果变量。

在式(2)中，r_g在全同胞(不包括同卵双生子)之间为1/2；在同卵双生子之间为1。不同类型的兄弟的相关系数可用实际调查得到，用以分析共同环境及遗传因素的影响。

例 同卵与异卵双生子学习成绩的研究中，得双生子之间学习成绩相关系数列于表。试计算学习成绩的遗传率。

双生子学习成绩的相关系数及理论计算式

双生子类型(卵性)	学习成绩相关系数	相关程度理论推算式
同卵(MZ)	0.86	h^2+e^2
异卵(DZ)	0.62	$\frac{1}{2}h^2+e^2$

上述通径图符合此例的分析。Y_1、Y_2是双生子两成员的表型变量，他们各受遗传因素G_1、G_2的影响，以h^2表示表型变量的遗传决定程度，即遗传率，它们的平方根h即为由G→Y的通径系数。r_g表示G_1、G_2之间的相关系数，其值为事先确定的，对同卵双生子(MZ)来说，r_g为1，异卵双生子(DZ)为$\frac{1}{2}$。E表明双生子之间的共同环境，其通径系数为e，也是要求通过通径分析得到的参数估计值。其平方值e^2表明共同环境对表型差异的决定程度。U_1、U_2表示双生子两成员各自的特殊环境影响，其通径系数为u_1、u_2；其平方值u^2表明各自特殊环境影响在决定表型变异的总决定系数中所占的比重。

表中数据是一种连续变量性状。为分析该两个同胞儿童行为特征受遗传及环境影响各占何比重，先求双生子两成员间该两性状的相关系数，然后按通径图列出双生子间相关系数的理论计算式。

根据表中所提供的数据，列出下列方程组。

学习成绩：

$$0.86=h^2+e^2$$

$$0.62=\frac{1}{2}h^2+e^2$$

解方程得：$\frac{1}{2}h^2=0.24$

所以$h^2=0.48$，$e^2=0.38$

因为$u^2+h^2+e^2=1$，所以$u^2=1-h^2-e^2=0.14$

上述结果说明，学习成绩的h^2为0.48，即有一定的遗传背景。

分离比分析

分离比(segregation ratio)是指某遗传病在子代同胞中患者所占的百分比，也称为分离率。某种遗传性疾病的分离比高低反映患有该病家庭中的危险程度。

为了发现有某种遗传性疾病家庭对一个人群进行调查，由调查得到这种家庭子女同胞总数T中有此病的人数R，就可直接按照上述定义计算出分离比p：

$$p=\frac{R}{T} \tag{1}$$

假如某种遗传性疾病是一种有显性遗传性状的病，可用式(1)从人群调查数据得到分离比p。对于隐性遗传性状的疾病，人群中一些父母双方是隐性遗传病的携带者而子代中又无病例发生，则这些家庭未能列为分析对象而被遗漏，直接用式(1)计算就产生偏差，宜用下法纠正。

截尾二项分布法 在隐性遗传病中，只有双亲皆为杂合子时，才能出现有病的子代。双亲皆为杂合子的家庭中，一部分家庭子代出现病例，而另一部分家庭不出现有病子女。因此，在人群中作此遗传病调查时，只能对有病例家庭予以记录，对于双亲皆为杂合子而子代又无病例的家庭无法查出。后者可根据刘祖洞提出的截尾二项分布法推算分离比。

设在一个群体中，有与某遗传病有关的两类家庭，其一有s个同胞子女中有病人的家庭数为n_s，其二双亲为杂合子有s个子女而无病例的家庭数为n_s'，则在此人群中与某遗传病有关的家庭数(N_s)，应为n_s+n_s'。设分离比为p。$q=1-p$，即同胞子女中不患病的概率。有s个子女的家庭不出现病例的概率为q^s。则：

$$N_s=\frac{n_s}{(1-q^s)} \tag{2}$$

分离比估计值$\hat{p}$可用下式估计：

$$\hat{P}=\frac{\sum R_s}{\sum[s\cdot n_s/(1-q^s)]} \tag{3}$$

式中R_s为同胞数为s家庭组的有病子女数，$\sum R_s$为患病子女总数。

例1 根据上海地区的苯丙酮尿症的调查资料(引自江三多)，将不同大小同胞数的家庭归类后整理如表1，试估计分离比。

表1的(1)～(4)列为调查数据，要用这些数据从式(1)得到分离比$\hat{P}$，必须先要知道q值，而$q=1-\hat{P}$

因此，先要设一个初值$\hat{P}^{(0)}$，初值$P^{(0)}$可用"有病子女数"÷"子女总数"求得，即17/46。经过多次迭代，最后可得

表1 从上海地区苯丙酮尿症家庭调查数据估计分离比

同胞组大小	家庭数	子女总数	有病子女数	父母为杂合子家庭估计子女总数
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
s	n_s	$s\cdot n_s$	R_s	$s\cdot n_s/(1-q^s)$
3	2	6	3	8.9
4	1	4	1	5.2
5	3	15	4	17.7
7	3	21	9	22.6
合计	9	46	17	54.4

$$\hat{P}=\frac{\sum R_s}{\sum[s\cdot n_s/(1-q^s)]}=17/54.4=0.312$$

上海地区苯丙酮尿症的分离比为31.2%

Li-Mantel-Gart法 此法的计算步骤比较简单，根据人群中调查数据，用式(4)或(6)可得分离比的估计值，用式(5)或(7)可得估计误差：

$$\hat{P}_1=\frac{R-J}{T-J},\ R=\sum R_s \tag{4}$$

$$s_{\hat{p}1}=\sqrt{\frac{(R-J)(T-R)}{(T-J)^3}} \tag{5}$$

$$\hat{P}_2=\frac{R-N}{T-N} \tag{6}$$

$$s_{\hat{p}2}=\sqrt{\frac{(T-R)(R-N)}{(T-N)^3}} \tag{7}$$

式(4)—(7)中，s为每家同胞组大小，R为患儿总数，T为同胞总数，n为家庭总数，J为家庭内同胞中只有一例患者的家庭数。$\hat{P}_1$、$\hat{P}_2$均为分离比的估计值，$s_{\hat{p}1}$、$s_{\hat{p}2}$分别为两种估计方法的标准误。

例2 现将Ellis-Van Creveld综合征的调查数据列于表2，试用Li-Mantel-Gart法计算此综合征的分离比。

表2 Ellis Van Creveld综合征家庭调查结果

同胞组大小 S	家庭数 n_s	同胞数 $s\cdot n_s$	患儿数 R_s	同胞组中仅有一例患儿家庭数J_s
2	2	4	2	1
3	3	9	6	1
4	6	24	7	5
6	4	24	5	3
7	2	14	6	0
8	2	16	4	1
9	1	9	3	0
11	1	11	2	0
12	1	12	2	0
14	1	14	1	1
合计	23	137	39	12

从表2,得 $N=23$, $T=\sum S\cdot N_s=137$, $R=\sum R_s=39$, $J=\sum J_s=12$。代入公式(4)、(5)得:

$$\hat{P}_1=\frac{R-J}{T-J}=\frac{39-12}{137-12}=0.216$$

$$s_{\hat{P}_1}=\sqrt{\frac{(R-J)(T-R)}{(T-J)^3}}=\sqrt{\frac{(39-12)(137-39)}{(137-12)^3}}=0.039$$

代入式(6)、(7)得:

$$\hat{P}_2=\frac{R-N}{T-N}=\frac{39-23}{137-23}=0.140$$

$$s_{\hat{P}_2}=\sqrt{\frac{(T-R)(R-N)}{(T-N)^3}}=\sqrt{\frac{(137-39)(39-23)}{(137-23)}}=0.039$$

从上运算得此综合征在某人群中的分离比 $\hat{P}_1$ 为 0.216 ± 0.039, $\hat{P}_2$ 为 0.140 ± 0.039。

突变率估算

突变(mutation)是遗传物质(基因、染色体)发生可遗传的改变。突变率是指在一个世代中或一个基因中发生突变的频率。

突变率的估算分直接法与间接法两种。

直接法 在双亲一代无致病的基因,而在子代中出现了某遗传性疾病,这病即为新产生的突变所引起。所以,在子代中找出发生某种遗传病的人,再追溯其父母双亲一代有否致病的基因,得出由突变而引起病人数,从而估计出突变率。这一方法称为直接法。本法主要用于估算显性基因的突变率,因为双亲一代带有致病基因可从临床上确认,有某种遗传病的子代人数中减去由双亲遗传而得病人数,可得突变人数与进一步计算因突变而致病的罹患率I'。用下一公式可得一个世代的突变率$\hat{\mu}$。

$$\text{显性遗传病的突变率}\hat{\mu}=\frac{I'}{2} \quad (1)$$

$$s_{\hat{\mu}}=\sqrt{\frac{(1-I')I'}{2n}} \quad (2)$$

式中$s_{\hat{\mu}}$为突变率的标准误,n为子代样本人数。

直接法不适用估算双亲一代杂合子不能被确认的隐性基因的突变率。

间接法 本法所依据的假设是,在一群体中某性状(遗传病)的基因频率保持相对稳定。在这一情况下,因病人生育少而在群体中被淘汰的基因数由新发生的突变基因数来补充而平衡,根据这一关系,可间接地算出突变率。应用此法时,必须先调查病人的相对生育力(f)。这一数值为,达到婚龄的患者生育力同正常已婚同胞的生育力之比。例有108例已达婚龄软骨发育不全侏儒症(常染色体显性)患者,生有27名子女,生育力为27/108;同时以他们的已达婚龄正常同胞457人为对照,生育有582个儿童,生育力为582/457。此病患者的相对生育力f为(27/108):(582/457)=0.1963。再根据子代人群中患儿数的调查,得罹患率I后,从式(3)—(6)算出突变率的估计值$\hat{\mu}$。

$$\text{常染色体显性遗传病突变率}\hat{\mu}=\frac{I}{2}(1-f) \quad (3)$$

$$\text{常染色体隐性遗传病突变率}\hat{\mu}=I(1-f) \quad (4)$$

$$\text{X连锁显性遗传病突变率}\hat{\mu}=\frac{2}{3}I(1-f) \quad (5)$$

$$\text{X连锁隐性遗传病突变率}\hat{\mu}=\frac{1}{3}I_1(1-f) \quad (6)$$

I_1为男性的发病率。

例1 软骨发育不全侏儒症是一显性遗传病,根据一次调查,在227 339个活产儿中发现8例本病患者,其中2例的亲代之一是本病患者;其余6例的双亲皆正常,可以认为是新突变的结果试估计每代每基因的突变率。

上述数据代入式(1)、(2),得

$$\hat{\mu}=\frac{1}{2}\times\frac{6}{227\,339}=1.32\times10^{-5}$$

$$s_{\hat{\mu}}=\sqrt{\frac{0.000\,013\,2\times0.999\,986\,8}{2\times227\,339}}=5.4\times10^{-6}$$

即此病基因突变率为$(13.2\pm5.4)\times10^{-6}$

例2 通过调查得软骨发育不全侏儒症患者的相对生育力为0.1963。同时得知每94 075个新生儿中有10个患儿,试估计每代每基因突变率。

因此病为显性遗传病,可式(3)间接法估算突变率。

$$\hat{\mu}=\frac{1}{2}\times\frac{10}{940\,75}(1-0.196\,3)=42.7\times10^{-6}$$

此病的突变率42.7×10^{-6}。

基因频率估计

基因频率(gene frequency)是一群体中某一种基因(A)在该位点上出现频数(n_A)占可能在此位点上出现的全部等位基因出现频数(n_A+n_a)的比例。a为A的等位基因。等位基因可以有一个或多个。$n_a/(n_A+n_a)$称为等位基因频率。设A出现的概率为p,等位基因a出现的概率为q=1-p。

人群中每一个体性状的表现型的遗传基础是一对同源染色体上的等位基因的组合,如AA、Aa、aa。这种等位基因组合称为基因型。在人群中,某基因型出现的频数占同一位点可能有的全部基因型频数的百分比,称为该型的基因型频率。从人群中调查而得的基因型频率分布数据可推算人群中的基因频率。基因频率与基因型频率之间的关系,见表

各基因型的概率分布(p为A的基因频率,q=1-p)

基因组合类型	频数	概率
AA	n_1	p^2
Aa	n_2	2pq
aa	n_3	q^2
合计	n	1

如为隐性遗传病,设A为正常基因,a为隐性病理基

因，则AA及Aa的表型为正常（其中Aa为病理基因携带者），aa的表型为患者。

如为显性遗传病，设A为显性病理基因，a为正常基因，则AA、Aa的表型为患者（其中Aa为杂合体患者），aa为正常人。

（1）当人群总体发病率P为已知时，求基因频率p时可按下式计算：

如果是显性遗传，p为病理基因频率，

$$q=\sqrt{1-P},\ p=1-\sqrt{1-P} \tag{1}$$

如果是隐性遗传，q为病理基因频率，

$$q=\sqrt{P},\ p=1-\sqrt{P} \tag{2}$$

（2）当杂合子Aa可以区别于纯合子AA和aa时，用下法估计p和q。

设从人群中随机选取样本，取得AA型者为n_1，Aa型者为n_2，aa型者为n_3人，总和为n，求基因A的频率p，则可用下式估计：

$$\hat{q}=\frac{n_2+2n_3}{2n} \tag{3}$$

$$\hat{p}=1-\frac{n_2+2n_3}{2n}=\frac{2(n_1+n_2+n_3)-n_2-2n_3}{2n}$$

$$=\frac{2n_1+n_2}{2n} \tag{4}$$

其方差为：

$$V_{(\hat{p})}=V_{(\hat{q})}=\frac{pq}{2n} \tag{5}$$

式(3)、(4)、(5)是多项式分布极大似然估计的结果。

例1 在某地，10 000人中大约有1人呈白化型（一种常染色体隐性遗传病），如婚配是随机的，试问在群体中正常基因频率(p)和白化病基因频率(q)是多少？杂合体（即病理基因携带者）比例又是多少？

发病率为1/10 000；说明病理基因的纯合体aa的频率q^2为1/10 000。根据式(2)，计算q和p：

$$q^2=1/10\,000$$

$$q=\sqrt{\frac{1}{10\,000}}=\frac{1}{100}$$

$$p=1-q=99/100$$

即正常基因A在人群中频率为0.99。

杂合体Aa在人群中的百分比为：

$$2pq=2\left(\frac{99}{100}\right)\left(\frac{1}{100}\right)=1.98\%$$

即人群中白化病病理基因携带者约有2%。

例2 在北方某地汉族人群中随机抽取9 274人(n)，其中属MN血型者2 235人(n_1)，MN血型者4 460人(n_2)，NN血型者2 579人(n_3)。试计算M(p)、N(q)基因频率各为几？其方差为多少？

本例因杂合子MN血型是可以识别的，故按上述公式(3)、(4)、(5)计算如下：

$$\text{M的基因频率}p=\frac{2n_1+n_2}{2n}=\frac{2\times 2\ 235+4\ 460}{2\times 9\ 274}=0.48$$

$$\text{N的基因频率}q=\frac{n_2+2n_3}{2n}=\frac{4\ 460+2\times 2\ 579}{2\times 9\ 274}=0.52$$

$$V_{(p)}=\frac{pq}{2n}=\frac{0.48\times 0.52}{2\times 9\ 274}=1.346\times 10^{-5}$$

$$\therefore p=0.48\pm\sqrt{1.346\times 10^{-5}}$$

$$q=0.52\pm\sqrt{1.346\times 10^{-5}}$$

从上面计算结果可得北方汉人的M、N血型基因的基因频率各为48%和52%。

管理分析技术

运筹学分析技术

运筹学(operational research)分析技术是应用数学模型、图示等形式来处理运筹学问题的技术。运筹学包括库存论、排队论、决策论、计划评审技术和线性项目计划等。每项运筹学问题都有各自的分析技术。在这些技术中常用的分析手段是数学模型，它是应用数学形式来表达被研究的系统、过程或关系。在数学模型中用一个或多个方程式来模拟其特性。这种模型通常由两部分组成：数学方程式本身的结构和与其有关的特定常数或参数。数学模型可分为确定性数学模型和随机性数学模型两大类。确定性数学模型是指用某一变量推算另一变量时，无机遇问题或不考虑机遇的作用。反之，统计模型或随机模型则要考虑随机变异的影响。图示方法很多，例如，流程图就是将需要解决的问题分解成多个环节或处理步骤，并按先后次序排列起来，制成图形，使人一目了然。还有决策树图、网络图等。

医疗卫生部门在经营管理中也常用运筹学，例如，药房贮存多少种药品，每种药品贮存多少量，既能满足常规

需要，又不造成积压浪费，这个问题需要用库存论解决。医院门诊需要配备多少医生，既能使医生就诊时的服务效率较高，又能缩短病人候诊时间，这样合理的调配，需要用排队论方法处理解决。同样，决策论和线性项目计划等也都是常用的管理技术。

线性计划分析

线性计划(linear programming)也称线性规划。规划常是指一种长期的计划，常是由若干短期计划(或项目计划)组成的一个大计划。项目计划(program)是指达到某一目标的计划安排，一般是较小的计划。线性计划分析是用线性模型以达到一个目标的分析方法，以便使投入的多种有限资源通过合理的分配，得到最大的产出量(或最短时间完成规定的任务)。

资源指人力(如多少个医生等)、物力(如多少手术室、X线机、车辆、库存药品)、可流动资金等投入的数量与时间。

产出，指生产出的产品的数量、价值，服务数量，服务收入，或完成某几种规定的工作(或任务)。

线性计划分析时需要列出现有资源、各项产出和每项资源与每项产出之间的关系(如资源的产出能力)，这样才有可能计算各资源与每种产出不同组合时的最优安排。

常用的方法有三种：

(1) 将各资源的产出分类列出，然后计算各种资源不同组合情况下的总产出量。产生最大产出的组合是最优安排。

(2) 矩阵相减法。将各资源的产出列成矩阵，分别减去各行中的最小数值，新得的矩阵再减去各列的最小数。最后以得到的矩阵中相应于单一0值的行或列位置为合适的安排。

例1 一个农村卫生室，有甲乙丙3个乡村医生，共同完成每天30个门诊(A)、5个出诊(B)和挂号、发药、结算(C)等日常工作。此外，尚须有空余时间完成预防接种等非日常或临时任务。三个人完成日常工作能力有差别见表1。问每个人安排什么工作(单项)时，总的空余时间最多。

表1 甲、乙、丙三个乡村医生完成A、B、C三项任务所化时间(小时)

	A	B	C
甲	6	6	10
乙	4	5	6
丙	3	10	7

从表1可看出，完成门诊工作(A)，丙医生能力最强，3小时即可完成，但丙医生出诊(B)化时最多。各医生执行每项工作的能力互有长短。因此，每项工作分配给擅长此工作的医生，工作效率就可提高。但从表1可看出3个医生都擅长门诊工作，因此，要从总化费时间最小的安排来考虑。

(1) 列出所有可能的分配任务的安排，计算总的化费时间，见表2。从表可以看出甲作B工作，乙作C工作、丙作A工作，总的化时为最小(15小时)。3人1天工作量为8×3=24小时，适当安排后，尚有9小时(24−15=9)可安排其他工作。

表2 甲、乙、丙三医生分配不同工作时各种可能排列的耗时总数(小时)

各种工作分配方案			耗时计算	耗时总数
A	B	C		
甲	乙	丙	6+5+7	18
甲	丙	乙	6+10+6	22
乙	甲	丙	4+6+7	17
乙	丙	甲	4+10+10	24
丙	甲	乙	3+6+6	15
丙	乙	甲	3+5+10	18

(2) 用矩阵相减法解：

表1数据的矩阵中各行中最小数值表各列减去最小数值的计算过程如下：

减去每行最小数值

$$\begin{bmatrix} 6 & 6 & 10 \\ 4 & 5 & 6 \\ 3 & 10 & 7 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 6 & 6 & 6 \\ 4 & 4 & 4 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

减去每列最小数值

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 7 & 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 7 & 2 \end{bmatrix}$$

(最后的一个矩阵中，第3列、第2列、第3行为有单一0值的行或列)

得第3列(乙、C)，第2列(甲、B)，第3行(丙、A)的安排，结果与第一种方法相同。

(3) 将已知的资源和产出条件列成联列方程组，然后解方程组就可得到资源最优分配。

例2 某农村卫生室有三个医生，除一人(丙)专责出诊与外勤外，甲、乙两医生，负责门诊与挂号、配方工作。甲、乙两医生的工作能力见表3。问如何安排可服务(诊病发药)最多的病人数。

表3 甲、乙两医生每小时工作能力(服务例数)

医生	诊病	挂号、配方、结算
甲	7.5	5
乙	10	4.3

设每医生一天工作8小时。就诊病人数即取药人数。甲医生诊病X_1个病例，挂号配方等服务为Y_1个病例，乙医生诊病X_2个病例，挂号配方等服务Y_2个病例。求出其最大服务量$(=X_1+X_2)$。

甲医生完成任务的耗时数$\frac{X_1}{7.5}+\frac{Y_1}{5}\leq 8$ (1)

乙医生完成任务的耗时数$\frac{X_2}{10}+\frac{Y_2}{4.3}\leq 8$ (2)

$X_1+X_2=Y_1+Y_2=Z$ (3)

为了使X_1+X_2为最大服务量，使(1)、(2)式为$\frac{X_1}{7.5}+\frac{Y_1}{5}=8$，$\frac{X_2}{10}+\frac{Y_2}{4.3}=8$，并使$X_1+X_2=Z$，Z为所求的最大服务量，则$X_2=Z-X_1$，$Y_2=Z-Y_1$。

代入(2)式，$\frac{Z-X_1}{10}+\frac{Z-Y_1}{4.3}=8$　　(4)

从式(1)得，$Y_1=40-\frac{X_1}{1.5}$　　(5)

式(5)代入式(4)得，

$Z=(744-10.97X_1)/14.3$　　(6)

从式(6)可看出，当$X_1=0$时，Z为最大，即Z=52个病人。因$X_1=0$，甲医生诊病为0小时，挂号、配方8小时，接待10病人。乙医生诊病52个病人，化费5.2小时，挂号配方3.8小时，接待12个病人。

排队分析

排队(queue)又称为等候线，是指逐渐来到的人或物(候诊的病人、着陆的飞机、等待靠岸的轮船等)所形成的等待服务的一条排队线。

排队论(queue theory)主要是分析排队问题的数学理论，如研究到达者分布、服务时间分布、等候时间分布，排队长度等。如已知顾客到达率(如每小时顾客来到服务点人数)、服务点的工作能力(如诊治一个病人需几分钟，即X)及它们(X)的分布，就可分析排队问题。到达者分布是指单位时间内来到服务中心的顾客数的概率分布。到达数分布常用Poisson分布模型。到达者间隔时间分布是指先后两个到达者的时间间隔，常呈指数分布模型(当单位时间顾客数呈Poisson分布时，则到达者间隔时间必然是指数分布)。服务点对顾客服务时间分布，也常用指数分布。

顾客按一定服务规划排队，如排队时间过长造成顾客损失；如增加服务中心资源，加强服务能力，这又增加了服务中心的成本。用优化方法可得到最好的方案。

服务点排队时间与排队人数估计　顾客到达率(λ)(单位时间顾客到服务点的人数)与服务率(μ)(单位时间顾客受到服务后离去的平均人数)的数据可以经调查而得。假定在单位时间顾客到达人数呈Poisson分布、服务时间呈指数分布，则从顾客率(λ)和服务率(μ)可用式(1)—(3)估计出平均每个顾客花费的总时数、平均排队时间和排队人数。使用式(1)—(3)时，μ必须大于λ，即$\lambda/\mu<1$，服务台为1个。在这一服务系统中，λ和μ是已知的常数，λ/μ以ρ表示，$1-\rho$称为服务点空闲时间占全部时间百分率，也是顾客不需等候的概率。

每个顾客的平均花费总时数(W_s)为：

$$W_s=\frac{1}{1-\rho}\Big/\mu=\frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{\mu}\right)\mu}=\frac{1}{\left(\frac{\mu-\lambda}{\mu}\right)\mu}=\frac{1}{\mu-\lambda}\qquad(1)$$

W_s包含排队及服务时间，耗费于排队的平均时间(W_q)为：

$$W_q=W_s-\frac{1}{\mu}=\frac{\rho}{\mu-\lambda}\left(\frac{1}{\mu}\text{为受服务时间}\right)\qquad(2)$$

诊疗室1小时内病人占用人时数为：λW_s　　(3)

例1　某农村卫生室，一天8小时工作时间内有30个病人来求治，医生每小时能诊治7.5病人。问是否会发生排队？平均每人排队时间多长？

(1) 每小时平均到达人数$\lambda=30/8=3.75$人

(2) 医生每小时诊治病人数$\mu=7.5$。

(3) 空闲概率　$1-\rho=1-\frac{\lambda}{\mu}=0.5$。

(4) 每个病人平均耗费时数$W_s=\frac{1}{\mu-\lambda}=\frac{1}{7.5-3.75}=\frac{1}{3.75}=0.267$小时。

(5) 每个病人平均排队时间$W_q=\frac{\rho}{\mu-\lambda}=0.1333$小时(8分钟)。

(6) 诊疗室每小时内病人占用人时数$\lambda W_s=3.75\times0.267=1$，即平均只有1人在候诊和诊治，诊疗室内不存在拥挤问题。说明门诊工作量尚可增加。

蒙特卡罗法在排队分析中应用　蒙特卡罗(Monte-carlo)法是一种统计技术，在这技术中可产生符合某种指定分布的随机变量，以此代替实际数据以模拟一个模型(如排队规则)进行运行，最后得到所需统计量或分析结果。模拟步骤如下：

(1) 根据研究目的和以往对参数的了解规定排队系统的服务点数、顾客的到达率(λ)及其分布、每个服务点每小时可服务顾客数(μ)及其分布。

(2) 为了模拟每个顾客到达钟点和受到服务钟点，根据顾客到达率和每个服务点服务时间分布，制出随机数与相对应的先后两顾客相隔时间对照表，和随机数与受到服务时间对照表。

(3) 对每一顾客的到达钟点、受到服务后离开钟点，根据随机数得到它们的模拟数值。

(4) 把这些模拟数据代替实例，分析排队人数、平均等候时间等。

蒙特卡罗法处理排队系统问题的优点是：可处理较复杂的排队系统(例如当$\mu<\lambda$时)，也可比较不同排队系统的长处与不足。缺点是步骤繁多，计算耗费时间较多。

例2　一个工厂保健站每小时平均有9个病人来诊病，医生的服务能力为每小时8人，试计算在这一系统中，病人求治平均排队时间，医生一个上午工作时间多少小时？如再加一个同样服务能力的医生，排队及医生工作时间过长情况改进多少？

1. 设每病人随机到保健站求诊即单位时间病人到达数呈poisson分布。计算前后相隔时间的分布如表1。设医生每个小时接受病人数呈Poisson分布，计算出每病人诊治时间如表2。

计算方法：

(1) 计算每小时平均进入病人数$\lambda=9$，医生每小时平均诊治病人数$\mu=8$

表1 病人进入保健室相隔时间及接受诊治时间、每小时病人进入人数及其概率

每小时进入人数X_1	poisson分布概率f(x)	累计概率	随机数Y_1	先后相隔时间(min) $y_1=\frac{60min}{X_1}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	0.000 1			
1	0.001 1	0.001	001	60
2	0.005 0	0.006	002—006	30
3	0.015 0	0.021	007—021	20
4	0.033 7	0.055	022—055	15
5	0.060 7	0.116	056—116	12
6	0.091 1	0.207	117—207	10
7	0.117 1	0.324	208—324	8
8	0.131 8	0.456	325—456	8
9	0.131 8	0.587	457—587	7
10	0.118 5	0.706	588—706	6
11	0.097 0	0.803	707—803	5
12	0.072 8	0.876	804—876	5
13	0.050 4	0.926	877—926	5
14	0.032 4	0.959	927—959	4
15	0.019 4	0.978	960—978	4
16	0.010 9	0.989	979—989	4
17	0.005 8	0.995	990—995	4
18	0.002 9	0.998	996—998	3
19	0.001 4	0.999	998—999	3
20	0.000 6	1.000	000	3

表2 每小时诊治病人数及其概率

每小时诊治数X_2	分布概率	累计概率	随机数Y_2	平均接受诊治时间(min) $y_2=\frac{60min}{X_2}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	0.000 3			
1	0.002 7	0.003	001—003	60
2	0.010 7	0.014	004—014	30
3	0.028 6	0.042	015—042	20
4	0.057 3	0.100	043—100	15
5	0.091 6	0.191	101—191	12
6	0.122 1	0.313	192—313	10
7	0.139 6	0.453	314—453	8
8	0.139 6	0.593	454—593	8
9	0.124 0	0.717	594—717	7
10	0.099 3	0.816	718—816	6
11	0.072 2	0.888	817—888	5
12	0.048 1	0.936	889—936	5
13	0.029 6	0.966	937—966	5
14	0.016 9	0.983	967—983	4
15	0.009 0	0.992	984—992	4
16	0.004 5	0.996	993—996	4
17	0.002 1	0.998	997—998	4
18	0.000 9	0.999	999	3
19	0.000 4	1.000	000	3

(2) 根据Poisson分布公式$p(x)=\frac{\lambda^x}{x!}e^{-\lambda}$(也可以从抽样调查而得实际分布)，计算出每小时进入人数的概率(表1、2的第(2)列)，并随X_1(或X_2)从小到大，计算累积概率(表1、2第(3)列)。

(3) 随机数编号用三位数(从001…999…000)，全部有1 000个编号。

(4) 表1、2中的第(5)列，为病人先后进入的相隔时间(Y，min)，$Y=60/X$，X为每小时进入人数。

2. 用随机数模拟每天上午来保健站求治36病人，先后相隔时间Y_1和诊治时间Y_2。

表3为模拟结果。先为每个人抽取2个随机数，列在第(2)列，如第一个病人的随机数是980和338，再按这二个随机数从表1和表2中查出相应的先后相隔时间Y_1和诊治所耗时间Y_2，列入第(3)、(4)列。如随机数为980，则从表1的随机数列中找到其所在行(即例数第5行)该行的$Y_1=4$就表示该病人进入的相隔时间为4分钟，列入第(3)列同样按随机数338可以表2中找到$Y_2=8$，表示该病人的诊治时间为8分钟，列入第(4)列。余类推。

表3 对36病人各抽2个随机数，分别表示病人的Y_1、Y_2变量(Y_1=病人先后进入相隔时间，Y_2=每人所耗诊治时间)

编号	Y_1Y_2的随机号 Y_1 Y_2	Y_1	Y_2	编号	Y_1Y_2的随机号 Y_1 Y_2	Y_1	Y_2
(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1	980 338	4	8	19	545 755	6	6
2	928 840	4	5	20	618 156	6	12
3	390 311	8	10	21	097 687	12	7
4	853 296	5	10	22	817 604	5	30
5	677 594	6	7	23	810 013	5	30
6	160 066	5	6	24	610 385	6	8
7	998 653	3	4	25	382 341	8	8
8	193 536	10	8	26	942 795	4	6
9	683 202	6	10	27	112 556	12	8
10	679 891	6	5	28	904 147	5	12
11	918 147	5	12	29	918 090	5	15
12	153 776	10	6	30	504 530	7	8
13	109 652	12	7	31	348 516	8	8
14	177 801	10	6	32	810 546	5	8
15	780 608	5	30	33	822 937	5	5
16	650 622	6	7	34	204 481	10	8
17	914 424	5	8	35	989 153	4	12
18	083 405	12	8	36	137 526	10	8

3. 按一个医生在保健站服务来计算病人等候时间，全部耗时，排队人数和医生完成任务所需时间数(表4)。上午服务时间为8：00～12：00。计算第一个病人到达钟点：$Y_1=4$分。

8：00+4=8：04。第二个病人的$Y_1=4$分，到达钟点为8：04+4=8：08。其余类推。开始诊病钟点，第一例为病人来到钟点即8：04。第二例诊病钟点是第二例到达钟点(8：08)与第一例结束钟点(8：12)之间取较晚的一个钟点(8：12)。余类推(表4)。

结束钟点为诊病钟点加Y_2。病人等待耗时为诊病钟点与到达钟点之差，病人全部耗时为等待耗时+Y_2，医生等待为下一个病人诊病钟点与上一个病人结束钟点之差。排队人数指病人到达时点，

还未能诊病的人数。

表4 上午36个病人到保健站求诊模拟(一个医生服务)

病人号	到达时点	诊病钟点		病人耗时(min)		医生等候(min)	排队人数
		开始	结束	等候	全部		
1	8：04	8：04	8：12	0	8	4	0
2	8：08	8：12	8：17	4	9	0	1
3	8：16	8：17	8：27	1	11	0	1
4	8：21	8：27	8：37	6	16	0	1
5	8：29	8：37	8：44	10	17	0	1
6	8：32	8：44	8：50	12	18	0	1
7	8：35	8：50	8：54	15	19	0	2
8	8：45	8：54	9：02	9	17	0	1
9	8：51	9：02	9：12	11	21	0	2
10	8：57	9：12	9：17	15	20	0	2
11	9：02	9：17	9：29	15	27	0	2
12	9：12	9：29	9：35	17	23	0	2
13	9：24	9：35	9：42	11	18	0	2
14	9：34	9：42	9：48	8	14	0	2
15	9：39	9：48	10：18	9	39	0	2
16	9：45	10：18	10：25	33	40	0	2
17	9：50	10：25	10：33	35	43	0	2
18	10：02	10：33	10：41	28	36	0	3
19	10：08	10：41	10：47	33	39	0	4
20	10：14	10：47	10：59	33	45	0	4
21	10：26	10：59	11：06	33	40	0	4
22	10：31	11：06	11：36	35	65	0	4
23	10：36	11：36	12：06	60	90	0	4
24	10：42	12：06	12：14	84	92	0	4
25	10：50	12：14	12：22	84	92	0	5
26	10：54	12：22	12：28	88	94	0	5
27	11：06	12：28	12：36	82	90	0	5
28	11：11	12：36	12：48	85	97	0	6
29	11：16	12：48	1：03	92	107	0	7
30	11：23	1：03	1：11	90	98	0	8
31	11：31	1：11	1：19	100	108	0	9
32	11：36	1：19	1：27	103	111	0	9
33	11：41	1：27	1：32	106	111	0	10
34	11：51	1：32	1：40	101	109	0	11
35	11：55	1：40	1：50	117	129	0	12
36	12：05	1：50	2：00	105	115	0	13
合计					1670	4	153
平均					46		4

从表4模拟36个病人在保健站排队诊治过程，可以看出，医生在一个上午工作时间到下午2时才结束，共工作6小时。病人排队时间在开始时较少，最后可达100分钟以上。排队人数开始2小时较少，最后可达10人以上。

4. 按2个医生在保健站服务，模拟36个病人在保健站排队、诊治耗时情况，见表5。

表5中各病人的到达保健站钟点同表4。从随机数换成病人先后相隔时间Y_1后，以8：00开始，排出各病人的先后到达钟点。

表5 上午36个病人到两个医生的保健站求诊的模拟

病人编号	到达时点	诊病钟点		服务医生	病人耗时(min)		医生等候(min)	排队人数
		开始	结束		等待	全部		
1	8：04	8：04	8：12	A	0	8	4	0
2	8：08	8：08	8：13	B	0	5	8	0
3	8：16	8：16	8：26	A	0	10	4	0
4	8：21	8：21	8：31	B	0	10	8	0
5	8：27	8：27	8：34	A	0	7	1	0
6	8：32	8：32	8：38	B	0	6	1	0
7	8：35	8：35	8：39	A	0	4	1	0
8	8：45	8：45	8：53	B	0	8	1	0
9	8：51	8：51	9：01	A	0	10	12	0
10	8：57	8：57	9：02	B	0	5	4	0
11	9：02	9：02	9：14	A	0	12	1	0
12	9：12	9：12	9：18	B	0	6	10	0
13	9：24	9：24	9：31	A	0	7	10	0
14	9：34	9：34	9：40	B	0	6	16	0
15	9：39	9：39	10：09	A	0	30	8	0
16	9：45	9：45	9：52	B	0	7	5	0
17	9：50	9：52	10：00	B	2	10	0	1
18	10：02	10：02	10：10	B	0	8	2	0
19	10：08	10：09	10：15	A	1	7	0	1
20	10：14	10：14	10：26	B	0	12	4	0
21	10：26	10：26	10：22	A	0	7	11	0
22	10：31	10：31	11：03	B	0	30	5	0
23	10：36	10：36	11：06	A	0	30	14	0
24	10：42	11：03	11：11	B	21	29	0	1
25	10：50	11：06	11：14	A	16	24	0	1
26	10：54	11：11	11：17	B	17	26	0	1
27	11：06	11：14	11：22	A	8	16	0	1
28	11：11	11：17	11：32	B	6	18	0	1
29	11：16	11：22	11：47	A	6	21	0	1
30	11：23	11：32	11：40	B	9	17	0	1
31	11：31	11：40	11：48	B	9	17	0	1
32	11：36	11：47	11：55	A	11	19	0	1
33	11：41	11：48	11：53	B	7	12	0	1
34	11：51	11：53	12：01	B	2	10	0	1
35	11：55	11：55	12：07	A	0	12	0	1
36	12：05	12：05	12：13	B	0	8	4	1
合计					115		140	18
平均					3.2			0.5

一病人的开始诊病时点为他的到达钟点与上一个病人结束钟点中取较晚的一个钟点。

诊病结束钟点为开始诊病钟点加上Y_2。

A、B两个医生都等候病人时，等候病人时间较长的医生接受新病人。

病人耗时中"等候时间"为到达钟点与开始诊病钟点之差，全部耗时为"等候时间"$+Y_2$。

医生等候时间是上一例结束钟点与下一例开始钟点之差。排队人数为在一新来病人到达钟点，未开始诊病的病人数。

模拟结果，36个病人等待时间为115分钟，排队人数最多为1人，平均为0.5人。医生工作到12：13分可结束，两个医生共花工作时间8小时20分。

在只有一个医生服务点和有两个医生服务点的模拟例子中，是用同一批病人作为排队求治对象，互作比较。可看出，增加一个医生从6小时工作量变为两个医生8小时工作后，36个病人合计排队时间从1670分钟(27.8小时)下降到117分钟(1.9小时)，减少约26小时。如再加一个医生，增加4小时服务，而36个病人的排队时间如上法计算只有4分钟，减少1.8小时，可见保健站两个医生已够，不必为了最多只有一个病人排队等候而增加医生。

决策分析

决策分析(decision analysis)是为达到某一目的，或对付将发生的事件，有两种以上的对策(或方案)可供选择时，选择一种最优对策的方法。

当各种对策产生的结局有不确定性成分，要应用统计或概率论方法处理时，决策分析尤能发挥其作用。

决策分析在临床医学和预防医学中都有应用的价值，例如一个肿瘤病人究竟用手术治疗、放射治疗还是对症治疗，负责治疗的医生有决策的思考过程。预防医学方面也有对一项卫生问题有多种对策可供选择的分析过程。

决策原是一项较主观的活动，现使之成为一项科学方法，应把决策尽可能地建立在客观基础上，收集大量有关信息，用数理统计、概率论进行分析，并用优化方法选定最佳方案。

决策分析的过程如下：

(1) 明确需要决策的问题，建立目标：在这一阶段应提出，问题是什么，可供选择的对策有哪一些，可能发生的结局有哪一些。

(2) 按先后列出各项对策的可能结局：各项对策，可产生不同的结局，因此要根据不同对策列出不同的结局。有时，产生的结局不是最终结果，又有不同的对策来处理，这时又有不同的结局。结局可以是必然的结果，也可有各种偶然的结果。

把不同对策中的处理及其后果，按时间先后用图表达，可一目了然地看出哪一些是希望产生的事，哪一些是不希望产生的事，再决定哪些方案是待选择的。这种图称为决策树(decision tree)。

(3) 对每项对策的花费作出估计：这须有每项后果的可能性和价值定量化数据。这些数据常需要从文献或有关统计资料中找到。有时，也可用调查或实验或用类比、Delphi等方法获得。

(4) 对方案进行评价与选择：最后对每种方案进行评价，选择价值最大的方案。有时可进行敏感性分析，再对选择进行测试。敏感性分析是稍稍改变某个后果的概率值或出现某后果价值的大小，观察其结果，如果不导致结论上的变化，可对结论更具信心。如结果有变化，可再用其他评价指标作分析如成本效益分析，再作出选择。

决策树图 由两类结点(决策结点、机遇结点)和它们的分枝(不同策略、不同结局)所组成的在决策之前用于分析的图形。在决策树图中，决策问题及主要数据以简单形式表示。决策结点用方块表示，机遇结点用○表示。分枝用直线表示，出现的概率在旁注明。

例如一工厂保健站每半天有36个病人求诊，保健站的医生人数有两种策略：只聘用一个医生或聘用两个医生。后果分两个方面：一是医生方面，一是病人方面。医生方面的后果分为需加班(半小时以上)才能完成每天诊病工作，或不需加班(超时小于半小时)。病人方面的后果是排队等候时间须超过半小时，或不需久等。各种情况的

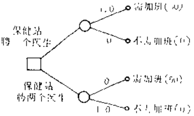


图1 两种方案，后果按医生是否加班分枝 ( )内数值，为工厂损失金额(元/月)

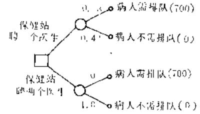


图2 两种方案，后果按病人是否须排队分枝(等候>半小时)，( )内数值，为工厂损失金额(元/月)

出现概率注在图1和2上。

在选择方案之前，须作决策树图，包括发生各种可能情况(出现的后果)的发生概率估计和价值估计(用数量表示收益或损失)。估计方法可通过模型，如通过排队模型来计算出病人求诊时遇到排队时间超过30分钟的概率，医生加班时间约为几个医生的工作量，工人排队等候时间约为几个工人的工作量，用他们的每月工资来估计时间损失的价值。这些估计也可用Delphi法来得到(见“预测及预测值估计”条)。

下一步是用不同的角度对每种方案进行评价。一种是计算每种方案的平均收益或损失，计算时以不同情况(结局)概率为权重，价值赋值为变量计算平均值。如从上图结果，采用保健站聘用一个医生方案，则工人工作损失为

$$0.58\times(700)+0.42\times0=406\text{元/月}$$

采用保健站聘用两个医生方案，工人工作损失为

0×(700)+1.0×0=0元/月

从这一角度来看，聘用二个医生方案时无损失。

但从另一个角度来看，增加医生要多付工资，不增加医生要付加班费。设加班费要50元、一医生的工资为200元；则两种方案的厂方损失分别为50元和200元。

合并计算两个方面的损失，可以看到，第一方案只聘一个医生时的损失为456元(406+50)，而聘两个医生时的损失为200元。这样，最后可以选择聘请两个医生的方案。

计划评审技术

计划评审技术(programme evaluation and review technique, PERT)是利用网络图分析一个项目计划、一项工程进程的技术。通过这一技术，可将各作业之间的关系用顺序表示，形成一个网络图，使完成整个项目或工程的所有作业及前后次序简明地表达出来，找出临界通径(或称主要途径)，从其中每个作业所耗时间来估计完成进度所需时间。也可更改各作业之间的排列，选择最好的方案。

例1 某卫生学校在8月10日接到通知，下学期从农村保健员招收若干名一年制进修学生，并要求9月1日入学报到。完成这一招生任务有下列事项(作业)及其所需的日数：

A. 制订招生简章，起草招生通知，印刷。

3天(2—4天)

B. 把招生通知及简章发给全县各乡政府、村办公室，农村保健站等单位，接受报名。

11天(8—14天)

C. 出考题，印考题。

3天(2—4天)

D. 考试。

2天(2天)

E. 改试卷，发录取通知，学生作入学准备

3天(2—4天)

F. 制订教学计划，编制课程设置，课时数。

2天(1—3天)

G. 指定或聘请教师，联系实习地点和内容

3天(2—4天)

H. 安排宿舍、教室。

2天(2天)

这一招生任务有8个作业，几乎每个作业均受偶然因素的作用。例如，第一个作业A，制订招生简章，起草招生通知、刻写蜡纸、油印，2天可完成，但由于这一进修班情况特殊，招生通知，招生简章，须申报领导单位，可能会有修改，而使这一作业时间长短成为一变量。上列8个作业的完成时间，多半是变量，因此用平均数来代表每个作业的所需时间，如果8个作业从A—H依次进行，则平均耗时为29天，不能在8月10日至9月1日之间完成招生任务。

考虑到有的作业可同时进行，全部过程可作如图1的安排，根据图1安排，招生任务可以如期完成。

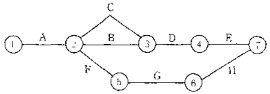


图1 招生计划网络图

计划评审网络图分析 从网络图可以分析临界通径，以及每个作业的最早、最迟开工时点等。

(1) 临界通径：即网络图各条通径中各个作业耗时最长的一条通径。这条通径决定这项计划(或工程)的整个完成时间，其所耗时数是完成全部计划(或工程)时间的临界值，低于此值，计划难以完成。它的计算与确定方法，是把网络图从头到尾各条可能通径全部列出，找出耗时最长的一条。

例2 用例1数据，作临界通径等分析。

为了便于分析，使一个结点只表示一项作业的开始，将图1改

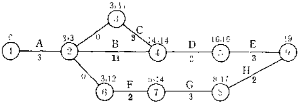


图2 招生计划网络图

(A—E文字代替作业名称，下列数字代表耗时)

为图2，8项作业有8个结点，连同最后结束的结点，共有9个结点。在此图中有三条可能通径，消耗天数可分别计算如下：

ACDE通径，合计消耗天数为：

3+0+3+2+3=11(天)

ABDE通径，合计耗时为：

3+11−2+3=19(天)

AFGH通径，合计耗时为：

3+0+2+3+2=10(天)

第二条通径即ABDE通径耗时最长，为临界通径，根据这一计划，至少19天才能完成。

(2) 每个作业最早、最迟开工时点：图2中①—⑨结点，①表示开始，最后一个结点(此例为⑨)表示结束，其余结点表示前一作业结束、后一作业开始。图中结点上数字有2个，表示时点。

结点①的时点为0，从这时开始作业A，经过3天后，作业A结束，作业B及C、F开始，此为②结点，记时点为0+3=3，记在结点上，见图上各结点上两个数字中的第一个数字。这一数字是下一个作业最早开工的时点。

此外，尚可计算最迟开工时点，计算方法是从最后一个结点的时点开始向前减去前一作业的耗时数，得到前

一结点的时点数，这是图上记在结点上的第二个数字。在计算这一时点时，先计算临界通径各结点的时点，再计算其他通径各结点上的时点，遇到结点上已有此值，不再更改（或以最小数值为准）。

日程表的制作　从网络图（如图 2）所得数据结合具体开始日期排出日程表，从这表上可看出每项作业可以开始和必须开始的期限，和必须结束的期限，便于检查工作是否顺利进行。

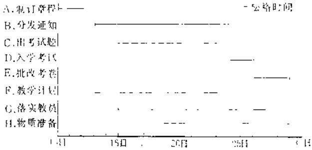


图 3　招生计划各项工作（作业）日程表的图示

日程表的制作是容易的，从网络图（如图 2）中每一作业的最早开工时点，最晚开工时点，只有将结点上两个数字分别加上工程开始日期，即可在日程表上标出最早、最晚开工日期。最晚开工日期加上完成作业所需时间，即最晚须完工日期。

每一作业最晚、最早开工日期之差，称为松裕时间，这段时间在图中用虚线表示。从图中可看出在临界通径上各作业无松裕时间。如将例 2 的图 2 数据，按上述制日程表方法，可得如图 3 的日程表图示。

偶然因素对日程进度影响的分析　有的作业受难以控制因素的影响，不一定在原定时间内完成。根据过去经验可给出这一作业的最小和最大值。如果按照平均数来计算全部计划（工程）的完成时间，有可能到时难以完成用统计方法，可估计出需要增加的时间。

假设每项作业的完成时间的分布为正态分布，计划者制订的每项作业最长与最短时间极差呈相当于n=100样本的估计值。用表从极差估计出标准差。

得到各项标准差后，分别计算各条通径的总时数的标准差。设各作业时数之间互相独立，这一标准差可用方差传递公式得到。

$$V_{f(x,y,z\cdots)}=(f'_x)^2V(x)+(f'_y)^2V(y)+(f'_z)^2V(z)+\cdots \quad (1)$$

总时数为各作业时数之和，则

$$V_{(x+y+z+\cdots)}=V(x)+V(y)+V(z)+\cdots \quad (2)$$

可算出，完成这项计划（工程）的总时数的范围为

$$\text{总时数范围}=\text{总时数}\pm1.96\sqrt{V_{\text{总时数}}} \quad (3)$$

例 3　上述网络图中，A、B、D、E为一项计划的临界通径的四个作业，它们的平均完成时间和最小最大范围为：

A：3 天（1.5 - 4.5 天）；B：11 天（8—14 天）；
D：2 天；　　　　E：3 天（2 - 4 天）。
求总时数的变动范围。

从R（极差）估计σ（标准差）表（$1/d_2$为从R估计σ的系数，$\sigma=R/d_2$）

n	d_2	n	d_2
2	1.128	21	3.778
3	1.693	22	3.819
4	2.059	23	3.858
5	2.326	24	3.895
6	2.534	25	3.931
7	2.704	30	4.086
8	2.847	35	4.213
9	2.970	40	4.322
10	3.078	45	4.415
11	3.173	50	4.572
12	3.258	60	4.639
13	3.336	65	4.699
14	3.407	70	4.755
15	3.472	75	4.806
16	3.532	80	4.854
17	3.588	85	4.898
18	3.640	90	4.939
19	3.689	100	5.015
20	3.735		

（1）从各作业完成时间的极差，估计标准差。

假定提供的极差数据相当于数量较大（n=100）样本，d_2=5.015，完成各作业时间的标准差估计为：A：0.60，B：1.20，D：0，E：0.60。

（2）从式（2）$V_{\text{总时数}}=0.60^2+1.20^2+0^2+0.60^2=2.16$

总时数为3+11+2+3=19

总时数范围=1.9±1.96×$\sqrt{2.16}$=1.9±2.88=16.12～21.88

最迟，这一工程 22 天可结束，比 19 天多出了 3 天

库存分析

库存（inventory）或贮存，指物质在应用之前的暂时存放，如在工厂保健站中必须存放一些备用的药物，以便在诊疗病人时使用。大量物资的库存，要花费较多的库存费用；如果要减少库存量，物资用完后就要采购，增加采购次数，采购也得花费采购费。库存分析是在物资需求（或消耗）总量固定或已知情况下，并且知道单位物资的库存费用和采购费用时，来确定分多少次采购，可使总的花费钱数（即库存费加采购费）最节省。

库存分析分为确定模型和随机模型两种。确定模型是假定某些情况是不变的，如假定每个时间段（每天、每月等）取出库存物资是固定不变的数值。这种情况虽是少见的但便于分析。随机模型则没有这种假定。例如每天取出库存物资可以是随机变量，其分布是可调查而知的

它一般在确定型分析方法基础上进行分析，有多种分析方法。

在库存分析中，必须知道一年(或任意定其他时间段)内需求(或消耗)物资的总量，这也是一年内投入库存物资累计量，以Q表示。其次尚须知道单位物资的库存费用和采购费用。库存费用包括：①占用库房体积的费用②物资的资金利息。③物资库存中保藏费用，如冷藏等。④库存中的损失，如药物过期失效、损坏。⑤库存管理费等。折算成单位物资的库存费用，以c表示。采购费用包括原库存物资清点，订货与提取中的联系货源、签订合同、验收、运输等费用，采购人员工费、旅差费等。每次采购费用，以b表示。

确定模型分析方法 在这一方法中，必须已知一年中的需求总量(Q)，单位物资每年库存费用(c)和采购费用(b)，从而求出：①分几次(x)采购，总花费f(x)最节省。②进一步计算每次采购量(q=Q/x)，隔多少天采购一次(1/x)，总共库存、采购费多少。

分析时，先计算平均库存量。这一模型是假定一次采购q单元物资后，每天等量取出库存物资，一直到无库存时再采购，因此平均库存量按一次采购量的半数计算：q/2。一年的总共库存费和采购费f(x)为：

$$f(x)=\left(\frac{q}{2}\right)c+xb=\frac{1}{2}\cdot\frac{Q}{x}c+xb$$

为求出f(x)的最小值，使df(x)/dx值为0，

$$\frac{df(x)}{dx}=-\frac{Qc}{2}x^{-2}+b=0$$

得

$$x=\sqrt{\frac{Qc}{2b}} \tag{1}$$

每次采购量为：

$$q=Q/x=\sqrt{\frac{2Qb}{c}} \tag{2}$$

$$\text{两次采购相隔时间}=1/x=\sqrt{\frac{2b}{Qc}} \tag{3}$$

一年总共贮存、采购费用f(x)：

$$f(x)=\frac{1}{2}Qc\cdot\sqrt{\frac{2b}{Qc}}+b\cdot\sqrt{\frac{Qc}{2b}}$$

$$=\sqrt{\frac{1}{2}Qbc}+\sqrt{\frac{1}{2}Qbc}=\sqrt{2Q\cdot bc} \tag{4}$$

因此，在Q、c、b已知时，通过式(1)—(4)可求出采购次数、每次采购量等数值。

例 有一医院全年某药需求总量为730盒。每盒每年贮存费为0.72元，采购费每次为7.3元。问一年分几次采购，其库存与采购合计费用最节省？

将Q=730，c=0.72，b=7.3，代入式(1)得：

$$x=\sqrt{\frac{Qc}{2b}}=\sqrt{\frac{730\times0.72}{2\times7.3}}=6\text{次}$$

从式(2)—(4)可算出，每次采购量为121.6盒，约61天(2个月)采购一次(这时间间隔称为采购周期)。

贮存与采购费用为$\sqrt{2\times730\times0.72\times0.73}=87.6$元，其中，贮存费、采购费约各半数。

如果一年只采购一次，总费用为$\frac{730}{2}\times0.72+7.3=270.1$元。如果每月采购一次，总费用为

$730\div(12\times2)\times0.72+7.3\times12=109.5$元。均比采购6次为高。

随机模型分析方法 实际上，每天、每月消耗药品不是固定的，而是随机变量。可能不满2月药品已用完，或尚有余。在采购前已用完，就产生缺货问题。在此情况下，要用随机模型分析。

有几种方法来处理药品消耗是随机变量造成的缺货问题，如：

(1) 多保留够几天的消耗量。这是动用时立即采用的模式。是不固定采购模式。例如，保留2天的最大消耗量的药物作为临界备用贮存量(2天是根据实际情况定的，如果当天就可购到药品，则库存药品只够1天即可。如节假日不能购到药品而卫生所仍有病人用药，这就要保留2天或更多天数的最大消耗量)。当动用这临界备用药品时，应立即采购。这是以采购日期不予固定来解决，因消耗量是随机变量造成缺货问题的处理方法。

(2) 购货周期固定不变，每次购药量为周期中的最大消耗量(或补足最大消耗量的模式)。

从上述两种方式均可处理消耗量为随机变量而出现的问题。从上述例子也可看出，当应用上述两法时，采购总量、库存费或采购费可能发生变化，这些变化均可使库存和采购费有所增加。

环境卫生监测

环境卫生监测

环境卫生监测(environmental health monitoring)系指对居住生活环境的本底和污染情况进行定期或不定期、间断性或连续性的卫生调查和采样测定。通过监测，以了解环境受污染的程度及其对机体可能产生的近、远期影响；并结合环境流行病学调查或必要的动物实验，为制订污染物在环境中的容许水平提供必要的科学依据，为环境保护提供资料和数据。

中国各地已相继建立了环境卫生监测站和全国性的环境卫生监测网，负责系统的环境卫生监测工作。

环境卫生监测按不同内容分为大气、水质、土壤和生物材料监测。此外，还有噪声、辐射监测等。

大气监测是为了了解大气质量、本底水平和各种污染物的动态变化，阐明有关大气污染对健康可能产生的影响，探索有关大气污染物在病因学上的作用。同时，通过大气监测也可为大气质量状况和防治措施效果作出科学的评价。

水质监测是对地面水、地下水及饮用水进行卫生学调查和污染状况监测。目的在于通过监测掌握水质状况，了解其对机体健康可能带来的危害，为防止污染、保证水体的良好卫生状况及时提供科学资料和数据。在水质监测中也包括底质污染监测和水生生物监测。

土壤监测系指对土壤卫生状况进行调查和监测，包括对某些特定污染物的污染状况进行调查和检测。此外，为了评价土壤污染状况亦需测定未受污染的土壤天然本底作为对照。系统地积累各地区土壤中各种元素的天然本底，是土壤监测的重要内容之一。

生物材料监测主要通过对血、尿、粪、乳汁、头发和各种脏器等生物材料的监测，了解污染物在体内的蓄积水平，并可进一步探索有关污染物对机体健康的影响。由于生物材料监测更能反映污染与健康的相互关系，故日益受到人们的重视。

环境卫生监测按监测的目的又可分为研究性监测、事故性监测和监视性监测。

研究性监测是为特定的目的而进行的监测，它往往需要多学科配合协同工作。监测指标、方法、仪器等方面将按研究目的加以确定。

事故性监测是指环境中因某种污染物浓度骤增，造成居民患病率、死亡率显著升高而进行的临时性监测，借以查明事故原因，为消除事故，评价措施效果提出可靠的科学依据。这种监测，要求方法简易、快速。

监视性监测属常规性监测，即通过对某种或某些污染物进行长期测定，借以观察它们在环境中的动态变化和发展趋势。这种监测在规划、布点、监测方法、数据处理方面均有统一的规格和要求，并按统一的表格呈报测定结果。其监测结果具有较大可比性，它对掌握和了解污染规律，评价综合治理措施效果有积极的意义；对于研制和验证、修订卫生标准亦有重要意义。中国近年参加的“全球环境监测系统”就是属于这种性质的监测。

为了保证检测工作质量，中国正在有关实验室开展质量控制工作。其内容包括仪器校准、推荐标准方法及标准品、分析操作步骤、数据统计计算、结果报告以及操作人员的训练等环节，提出严格要求，以保证质量。

环境卫生监测站(所)

环境卫生监测站(所)是卫生部门从事环境监测工作的专业机构，它的主要任务是开展环境污染对人体健康影响的调查研究与监测。中国卫生部于 1975 年建立了中国医学科学院环境卫生监测站(所)。随后，各省、市也相继建立了环境卫生监测站。1980 年卫生部颁发了《环境卫生监测站工作条例》。

环境卫生监测站的任务主要是：①预防不良环境因素对人体健康的影响，开展对居住生活环境因素的卫生监测、卫生学评价，掌握环境卫生状况的变化和发展趋势，以改善环境卫生条件。②根据有关的卫生法规和标准，对居民区大气、水、土壤、噪声、住宅、公共建筑等的卫生状况进行经常性卫生监督，预防环境性疾病的发生，控制传染病的传播流行。③参预城市乡村建设规划，提出卫生方面的建议，对重大工程项目作好居民健康状况的本底调查，为环境污染的治理提供卫生学依据。

中国预防医学科学院环境卫生监测所是全国环境卫

生监测中心，负责制订全国环境卫生监测规划，统一监测检验方法，汇总监测资料，组织协调全国协作任务，组织全国环境卫生监测工作经验交流和科技情报交流，培训干部，进行技术指导，及时向卫生部报告全国环境卫生监测工作情况。

全球环境监测系统

全球环境监测系统（global environmental monitoring system, GEMS）是 1974 年由联合国环境规划署主持建立的。它属于国际性组织，其任务是通过各参加国、区域和全球三级监测机构来收集和整理有关环境状况变迁，环境污染对人类健康、对生态系统以及气候的影响，并对此作出评价和预报。近年来正在开展的工作有气候监测、资源监测、海洋监测和环境卫生监测。其中环境卫生监测系在联合国环境规划署支持下由世界卫生组织经办。目的为监测环境中常见污染物（物理、化学及生物因子）对人类的影响情况并作出评价。通过对大气、水、食物和人体组织及体液中污染物浓度的测定，得出人类接触该污染物的程度；根据毒理学和流行病学资料阐明在此接触剂量下人体可能出现的影响。

现阶段正在进行的环境卫生监测有五个方面：

(1) 大气监测：于 1973 年由世界卫生组织开始组办，1976 年与联合国环境规划署、世界气象组织合作经营。目的是同会员国协作改善与人体健康有关的大气质量监测系统，交换各国大气污染的水平与趋势的情报，并对监测结果作出评价。目前全世界有 50 个国家的 76 个城市参加此项规划并提供了监测数据。中国自 1980 年起有北京、上海、沈阳、西安、广州等5个城市参加这项工作。

(2) 水质监测：于 1976 年由世界卫生组织、联合国教科文组织、世界气象组织和联合国环境规划署联合建立，目的是在全球范围内建立和加强水质监测系统，提供监测数据和水质变化趋势。

目前全世界参加水质监测规划并提出报告的有 33 个国家和地区的 166 个水系。中国于 1979 年起参加这项工作，监测长江（武汉段）、黄河（济南段）、珠江（高要段）、太湖（无锡）等四个水系。

(3) 食品和动物饲料污染监测：于 1976 年由世界卫生组织与联合国环境规划署协作建立。目的为收集各种食物中某些环境污染物的含量，对监测结果进行评价，研究污染的发展趋势，促进食物管理，并根据监测数据及调查资料计算人体自食物摄入环境污染物的总量。

当前监测食物中污染物的种类有：有机氯农药、多氯联苯、镉、铅、黄曲霉毒素以及某些有机磷农药。

目前全世界有 23 个国家参加了这项规划。中国自 1981 年起参加这项工作。

生活饮用水卫生监测

根据生活饮用水（drinking water）卫生标准规定：应对集中式及分散式给水的水质，由当地卫生部门根据需要加以监测，以确保广大居民的健康。

(1) 采样点确定：城镇集中式给水，一般应按每 2 万人口供水区设一个采样点，城市供水人口超过 100 万时，按上述比例计算的采样点可酌量减少；供水人口在 20 万以下时，则应酌量增加。在设计采样时，应设一定数量的监测点，监测点应选在水质易受污染、管网末梢和管网系统陈旧部分的地点。

(2) 采样次数：凡是集中式给水的大、中型水厂，均应建立专门的水质检验室，每日对进厂、出厂的水质进行物理、化学、微生物学指标的系统检验，并逐日将监测结果记录在案。遇到枯水期或水源水质因三废排放而恶化的情况下，则应增加监测次数。对到达各住宅区内的水质，每一采样点，每月抽样监测次数应不少于 2 次，在遇到肠道疾病流行的情况下，则应增加采样监测次数。小型水厂的水质监测，原则上也应根据以上要求，但监测项目可酌情减少。对于分散式给水的水质监测，应实行定期监测与不定期抽样监测相结合的措施。

(3) 监测项目：应包括四方面指标：①微生物学指标：1 ml水中细菌总数不得超过 100 只，1 L水中大肠杆菌数不得 >3 只。②游离性余氯指标：氯消毒接触 30 min后，水中余氯不得 <0.3 mg/L。集中式给水除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水的余氯不应 <0.05 mg/L，方可保证水质安全。③感官性状指标：色度不得超过 15 度，不得呈现异色；浑浊度不得超过 5 度；不得有异臭、异味。④不得含有肉眼可见物。⑤化学性状指标：pH值不应 <5.5、不 >8.5；总硬度（按CaO计）不应超过 250 mg/L；重金属、挥发性酚类、阳离子合成洗涤剂应不超过卫生标准规定值。⑥毒理学指标：有毒金属及其化合物应不超过卫生标准规定值。

水体污染调查与监测

水体污染调查与监测是用以了解某一地区（或流域）水污染情况与变化规律，污染对居民健康可能产生的危害，并为研究采取何种治理对策提供科学依据。其对象包括江河、湖泊、水库、港湾和海洋等地面水源，也包括浅井、深井等地下水源。除调查水质外，还应调查底质、水生生物等。除调查水体本身外，还应调查水体的污染源，沿岸居民有无因食用水生生物或长期灌溉的农作物而影响人体健康的情况。

水体污染的调查一般有以下几种类型：①基础调查：为了解水体的基本情况而进行的调查。②监测性调查：根据基础调查的结果，选择有代表性的站位，进行较

长时期的定时调查，了解污染物的分布和消长动态。③专题调查：为深入研究某一课题而进行的专门性调查。④应急性调查：在水系发生严重污染事故时，临时进行的调查。

(1) 采样点：对某一江河水系进行调查采样时，通常可将沿岸的大城市或工业区作为一个大污染源(大污染区段)来考虑。每个大污染区段至少应包括3个采样段面：①清洁或对照断面：设在污染源的上游，用以了解河水在基本未受污染时的水质情况。②污染断面：设在污染源的邻接下游。用以了解水质污染的情况和程度。③自净断面：设在污染源的更下游，水体基本达到自净的地方，以了解河水自净能力。

各断面布点数可根据河道宽度而定，如长江中、下游河道较宽，每个断面一般可设5个采样点(或测站)，如距岸边50 m、150 m、江心、距对岸150 m、50 m等5个点；黄河是按断面四分法测中间3点；较小的河流也可只在河中心采样。

如在采样区域内，河流中有较大的河心滩、沙洲等，此时可采用三点布设法，即在河水分流处布一点，在河心滩洲的两侧各布一点。

采样除采表层水(一般为水面下0.2～0.5 m)外，如河水较深，根据需要还可采取不同深度的深层水样。此时需具备专门的深水水样采集设备。

上述的选点采样法，往往只能了解水体水质的一般情况，对于某些岸边的局部污染源和沿岸边流的污染带往往遗漏。因此，在调查中，既要以一个城市作为一个大污染源来看待，又要对局部的工矿企业或其他重点污染源对江河水质的污染进行调查，所以必须在主要污水排出口的下游靠近岸边另设几个采样点。

同时对重要支流的入口也应采样调查。因为有些支流本身就是一个重要的污染源，当然有些支流水较清洁，可起到稀释作用。

此外对城市自来水地面水源的取水点，大工业用水的取水点，供娱乐游览的河水段，供大规模农业灌溉进水点等处也应设置采样点，以了解水质情况。

正确布点的目的是为了使样品具有代表意义，能说明问题，采样点应有统一的编号，一经确定后不宜轻易更动，以保持观测数据的连续性，便于分析比较。

(2) 采样时间与次数：如人力、条件许可，最好每月采样一次，否则应每季度采样一次，至少应于丰水期、枯水期及平水期各采样一次，每次连续采样2～3 d。有潮汛的河流，还应分别在高潮及低潮时采样。采样时及采样前数天应不下雨，以免影响水质。

如拟了解水中某种成分(如溶解氧等)在24 h内的变化情况，则需要在24 h内多次采样。要了解一周内的水质变化规律，则需要在一周时间内每天采样。

目前采用的瞬时采样方法，有一定的局限性，最好进行连续的自动化监测。

在采样的同时，应记录当时的水文与气象资料。

(3) 水质监测项目：①一般卫生学指标按各地区条件和污染情况的不同而有所选择，通常包括下列项目：温度、pH、混浊度、电导率、溶解性固体、氯化物、溶解氧(并计算饱和百分率)、化学耗氧量、生化需氧量、氨氮、粪大肠菌群数等。②有害物质除卫生部规定的酚、氰化物、汞、砷、六价铬外，可根据各地污染的具体情况适当增加项目，如铅、铜、锌、镉、硒、有机氯农药、油类、放射性物质等。一般先测定这些物质在水中的浓度，有条件时可进一步测定在底质及生物体中的浓度。

在水质分析时，由于分析的项目与数量很多，往往不是少数人或一个实验室可能担任的。因此在收集和评价各实验室之间或一个实验室内部的分析报告数据时，必须保证所提供数据的准确性，即对分析质量应进行控制，这样才能客观地反映水体的真实面貌，并将这些可靠的数据进行处理，应用于有关方面。

水体底质调查与监测

水体底质调查和监测是对江、河、湖泊、水库、水井、海洋等水体底部淤泥(通称底质)的本底和污染情况进行摸底了解和监测。由于地球化学组成的影响，某些无明显污染的水体底质，也可能含有某些微量金属，称为本底。重金属污染水体后，在水中往往不易检出，而在底质中它们的浓度常比水中高出数倍至数十倍，而且比较稳定。这主要是由于一些重金属物质易吸附于泥沙或不溶于水而下沉到水底的缘故。所以水体底质中这些物质的含量能反映过去一段时期内该水体受污染的情况，这对查清污染状况有很大卫生学意义，特别是汞的污染最为典型。

底质调查与监测的目的：①有许多污染物因在水体内的含量有限而不易检出，需通过底质的检测才能测出。②研究污染物在底质的垂直分布以了解污染物水底沉积的历史。③了解污染物在水底的沉积范围和迁移方向。④研究底质中化学污染物质降解转化的规律，形成二次污染水体的可能性。

底质调查与监测的方法应注意采样点的选定、样品的采集和分析项目的确定。

(1) 采样点的选定：底质的采样点原则上应与水质的采样点相同。在调查河流特定污染源时，可在排污口下游一定距离，底泥易堆积的地方选择若干个点采样，同时再在其上游采样作为对照。对湖泊可在沿湖边设若干点，在各点与湖心的联线中点设一点，因湖泊的底质有从边缘向最深处移动的倾向。河口、港湾采样可以河流入口处或排放口为中心，设立放射状采样点。在海域中可布设网格状采样点。水井的底质可按一井为一点采样。

(2) 样品的采集：采样工具主要有两种形式：①抓式采样器，用于采集表层底质的样品。②钻式采样器，用于钻取一定深度的全层样品，然后将样品分段分析，用以

研究底质的垂直组成。

采样时应记录采样的方法、时间、地点，采样点附近地貌、地质、气温、水温、水深、流向、流速、流量以及底质的性状、色泽、臭气等。

样品采集后应保存在清洁的容器内，尽快进行检验，否则需低温保存，以防止变质。

（3）分析项目：底质分析的项目应根据监测目的不同而有所区别，一般应考虑以下项目：①可反映有机质污染和底质的化学—生物学活动状态：如烧灼减重、化学耗氧量、有机碳、有机氮、硫化物、正己烷萃取物、氧化还原电位和pH等。②针对污染源所排放的有害物质，选择可直接反映该有害物质污染的指标，如汞、烷基汞、砷、铬、镉、铜、锌、铅、镍、氰化物、杀虫剂、多氯联苯、合成洗涤剂、石油、放射性物质等。

水生生物调查与监测

在水体的调查与监测中，除需要监测水质、底质等外，还需要对该水体的水生生物(aquatic biospecies)进行调查与监测。了解水生生物的品种、数量等生态情况，测定生物体内的残毒，有利于对水质污染作出综合评价。

在一定环境中，生长着一定的生物，环境改变可导致该环境内的生物种类和数量的改变，这是由各种生物的生态学性质所决定的。有些水生物可生活在污水中，而有些只能生活在清洁水中。一般情况下，清洁水体中水生生物种类较多，而污染水体中则种类少而单一，但数量可非常多。因此，可根据水生生物的种类、数量、分布情况及其变化来了解和评价水体的污染情况，特别是某些底栖生物可作为指示生物。但生物生态学的改变需要较长的时间，因此，水生生物监测应与理化监测相结合。

通过生物体内残毒的测定可以了解水体污染物在水体中的迁移、消长规律。生物通过食物链，对毒物有富集作用。如在南北极的企鹅与海豹体内检出有机氯，从而证实有机氯农药污染已波及南北冰洋地域。又如利用鱼脑测定胆碱酯酶活力，可反映水体受有机磷农药的污染。因此，对水生生物体内的残毒进行测定，具有一定的卫生学意义

鱼类是一种很好的指示生物，可用以检测其在一定时间内的死亡与生存情况，求出其半数耐受限量，以评价污染物对鱼类的毒性。也可将活鱼置于鱼篓内，直接放在污水排出口等处的流动水体内，观察鱼类活动、生存的情况，以了解水体污染的程度。除鱼类外，还可用浮游生物(如水蚤等)、藻类、虾卵及植物种子发芽试验等，作为水质监测的一种生物学方法。

大肠菌群和病原微生物的检测： 人类粪便中含有大量的大肠菌群，如在水体内检出一定数量，可作为粪便污染的指标。是一项行之有效的水质污染的生物学监测指标。采用专门的检验方法，也可直接将水体中存在的某些肠道病原菌和肠道病毒检测出来。但限于设备条件，目前尚无法作为一项例行的监测项目。

大气污染卫生调查与监测

大气污染调查与监测的目的是：①查明居民区中大气污染物的种类、污染程度、范围以及对居民健康及生活的影响。②掌握大气污染的变化规律。③检查工厂执行排放标准的情况及鉴定各种防治措施的效果。

调查与监测的内容和方法 有以下几点：

（1）污染源调查：即通过调查了解大气中主要污染物的种类和性质、产生途径及排放规律。

（2）污染指标确定：如污染源为个别工厂，则以该厂排出的主要有害物为指标；如果对整个城市进行监测，则以排放量大、污染范围广且有普遍性的大气污染物为指标，主要有降尘、飘尘、二氧化硫、氮氧化物、苯并(a)芘及某些重金属等。

（3）采样方法：①对具有急性毒作用或具有刺激性、臭味的有害物质，应测最大一次浓度；对具有慢性蓄积性毒作用的有害物质，应测其日平均浓度；具有两种毒作用物质，则两种浓度均测。②确定采样点位置。调查单一污染源对大气的污染时，以污染源为中心，在常年主导风向的下风向设一条或数条放射形采样曲线，在每一轴线上布设若干采样点。或在烟污强度系数最大的风向下风侧布点。根据烟波的扩散范围和周围居住区分布情况等确定监测的距离，多采用增距法。近污染源的采样点距离小些，远离污染源的采样点距离应大些。并应选择若干不受污染的对照点。对全市(或地区)范围的大气污染情况作调查时的布点原则，可在严重污染的工业区、繁华的商业区、交通枢纽区、主要生活居住区和清洁对照区、分别设点。③采样高度应在离地面1.2—1.5 m的呼吸带。此外，有些植物对大气污染较人敏感，测定植物叶片中污染物含量和观察叶片受害症状，有助于了解大气污染物的种类和污染程度。

大气污染对居民健康影响的调查 ①调查地区：根据大气检测结果，至少应选两个污染程度不同的居民区和清洁对照区进行调查。对照区和污染区的调查对象在年龄构成、性别分布、居住年限、生活水平、卫生习惯、居住条件、饮食条件、保健水平等方面，应尽量一致。②调查对象：为了控制干扰因素，作居民健康状况调查的对象，一般常选择8—11岁的学龄儿童，居住年限不少于3—5年；询问调查的对象常选择在该地区居住3年以上的无职业性接触的成年人。③调查人数：在各调查地区应随机选取200—300人，要求每组有效数据不少于30人。每地区的询问调查人数不应少于200人。如作发病情况的调查，应不少于2000人。④医学检查和询问调查项目：应根据污染指标的毒理学特征，确定体检、化验的特异性生理、生化指标，以及人体生物材料、居民主观感

觉和生活条件影响的调查项目。⑤调查时间：应根据健康检查项目的特点确定。如所选择指标系反映机体对有害物质的吸收程度，则宜选择大气污染严重的时期进行；如选择呼吸系统慢性炎症为指标时，则不宜在呼吸道易感染的寒冷季节进行。各地区的医学检查项目应同期进行。⑥资料的整理与分析：按疾病分类，根据体检资料进行居民患病率的统计分析。有时可利用污染区及对照区有关居民发病率和死亡率的资料作比较。发病率一般根据初诊病历。统计整理污染区和对照区的居民发病率，应有两年以上的完整就诊资料和足够的人数，一般不应少于 2000 人。

土壤污染调查与监测

土壤污染的调查与监测是对居民区土壤的污染源、污染程度和对居民健康的影响进行定期和不定期的调查测定，为评价土壤污染状况及其对居民健康的影响，制订土壤卫生标准和采取防护措施提供科学依据。

（1）污染源的调查：土壤污染按其来源可分大气污染型（气体污染物接触土壤污染）、水污染型（农田灌溉污染）及固体污物污染型（由工业生产中的原料、产品、废渣等的不合理排放，农药、施肥以及户体掩埋等所造成）。在进行土壤污染调查之前应先弄清土壤污染的类型。对大气污染型的污染源调查，应参考大气污染源的调查方法进行。对水污染型的污染源，应了解灌田污水的来源，对工业废水应调查各个污染源，了解其原料、产品及中间产物的种类与数量；废水的产生过程，废水中可能存在的污染物质；废水的处理情况及排水量。用于灌田污水应了解灌田的方式、灌水定额、用水规律、作物种类、收获前的处理及作物的去向、可能遭受影响的居民集团等。对固体废弃物污染型的污染源，应了解有害物质的种类、数量，特别应注意农药、重金属和放射性物质等的含量。若调查地区有多个污染源，应逐个调查登记，了解它们的分布情况，并绘制成图。

（2）土壤污染状况的监测：选择监测指标时，对受生活性污染物影响的土壤应采用蠕虫卵数、蠕虫卵的活力、细菌总数、大肠菌值、产气荚膜杆菌值、土壤卫生数（soil sanitary numler）（土壤蛋白氮与有机氮的比值）等作为评价指标。对工业性产物的污染，应根据污染源调查的资料，选择数量大或危害性强的物质作为指标。在测定土壤中有害物质时，同时要注意测定其中的水溶性物质的含量。选择敏感植物作为指示物，如水稻对镉比较敏感，茶叶能富集氟化物等。树木年轮的宽狭也可以反映过去某一时期的污染状况。

（3）采样点的选择要有代表性：对大气污染型，采样点应以主要污染源为中心，根据当地的风向、风速等因素，在某一个方位上或在其相邻的几个方位上设置采样点。靠近污染源的采样点相距应近一些，远离污染源的采样点间距可稍远一些；对照点应设在上风侧或远离污染源的地点。对水污染型，采样点应根据水流的经路和距离设置。如在灌渠的近端和远端采样，在水田的进水口、中央和出水口处采样，尤其应在灌溉水停滞的区域采样，对照点应设在未受污染水灌溉的地块，但土壤组成应与调查点相似。对固体物污染型，根据局部的地形地势，采样点应设在雨水冲刷的下侧；根据地下水的水文资料及周围土壤组成情况，采样点应设在地下水流的下游方向及易渗漏的地区。对有多个污染情况的地区，可将该地区分割成若干相等的地块，或根据污染源的分布特点，分成几个有代表性的局部地区进行调查。采样点局部的土地最好是平坦的，无冲刷流失或淤积现象，应尽可能有植被，以免地表干燥被风吹起。采样点应选择空旷的地方，附近不应有高大的树木和房屋。采样点如在耕地内，则还需根据地形、土壤、作物栽培情况、施肥灌溉等因素选择有代表性的地点。

（4）采样的时间和方法：因污染类型不同而不同，大气污染型根据大气污染的季节特点采样。水污染型根据用水时期，在灌水前后和收割后采样。如了解土壤和作物的关系，应同时采取同一地点的作物和土壤；对一年生的粮食作物在成熟期采样，土壤可在不同的施肥条件下采样。固体污物污染型可在雨后采样。

由于土壤的组成极不均匀，采样时应特别注意样品的代表性。在采样点确定以后，按采样点局部条件，选择一片面积为 3—10 m^2的地块，分散采取 3—10 个重量相等、地层深浅组成相同的样品，可使用专用的土壤采样盒，反扣于土壤上，压入土内，再连同土壤及盒子一起取出；或用钻孔采样器采样，将这些样品混合均匀后取 1kg作为该采样点的代表性样品。采样点分布可按对角线、梅花形、棋盘式、蛇形等方式，在深度上一般取耕作层的土壤（20 cm左右），如欲了解污染的纵深关系，则应在同一垂直断面上分层采取不同深度的土壤，应包括 10 cm以内的土壤样品及 40 cm以下的样品。

（5）土壤污染对居民健康影响的调查与监测，应根据污染物种类和进入人体的途径，确定调查方法、测定项目和指标。

影剧院卫生监测

影剧院是群众的娱乐场所，是人类精神生活的重要组成部分。影剧院卫生要求的内容主要包括以下几个方面。

（1）平面设计：由于观众在短时间内大量集中、大量流散的特点，要求售票室单独设置，与影剧院主体部分分开，以避开出入观众厅的大量人流；其主体部分必须有足够的男、女厕所及盥洗设备并分置两侧，防止相邻配置。演员与工作人员应设专用厕所。观众厅的进、出口位置以及入场、散场道路应分开。工作人员办公室应设在二楼远

离休息室的地方，以避开观众的喧哗。后台应有演员及工作人员休息室，舞台面积应适应演出要求，有足够规模。

(2) 观众厅设计：观众厅是影剧院主体设计的主要单元，为了保持空气清新，避免过分拥挤，应具备足够的面积和容积，每个座位所占面积不应<0.8m²，容积不<4m³，室净高不低于4.5—5m。

根据视力卫生要求，平行光线经过眼屈光系统聚焦于视网膜黄斑部，当银幕及舞台光源离观众眼部6m以外时称为平行光线，而对6m以内的目标则必须加强眼调节功能方能聚焦于视网膜。如距离过近，为使焦点明朗，眼球必须随影象闪动，易使眼肌疲劳，同时，距离过近焦点不易集中于视网膜，使调节功能紧张，可加重眼肌疲劳。儿童和青年人，因眼球发育尚未健全，过近或过远的光源，可影响视力发育。此外，当视线与影象之间的视角太小以及光线投射方向不正确时，可造成银幕及舞台影象失真。根据以上要求，影剧院第一排座位与银幕之间距离不得<6m，与舞台的距离不得<1m，与银幕或舞台之视角不宜<45°。最远一排座位之距离以不大于银幕或舞台宽度的5倍半为宜。为了便于观众入座，前后排间距(按二排座椅中心距离计算)不宜<80 cm。为了不妨碍观众视线，舞台台面应高出第一排座位地面0.8—1.0m，座位最好排列成弧形，前后排座位互相交叉配置，地面应有适当坡度，观众厅两侧设宽畅的太平门。门向外开，以便于观众退场并保证安全。

(3) 保证空气环境清洁：影剧院是人群密集场所，观看影剧时，每人每小时约能产生418.4kJ(100kcal)热量，排出22 LCO_2，人体上呼吸道常带有细菌，呼吸道慢性传染病患者还带有病原菌，可通过谈话、咳嗽、喷嚏产生的飞沫进入空气，在咽喉带菌者排出的飞沫中，常有溶血性链球菌、绿色链球菌、白色葡萄球菌等。在空气不流通的情况下，含有细菌的飞沫核可在空气中停留1/2h以上；直径<4μm的飞沫核可停留1h以上；大量的细菌还可吸附在微尘表面呈悬浮状态，因此，为了保持空气新鲜和防止空气传染，影剧院除了自然通风换气措施外，还必须设有机械通风和空气调节设备。为防止地面尘土飞扬，机械通风的气流以从观众厅顶部均匀扩散流入，自观众厅底部分散座位旁排出口流出为宜；在寒冷和炎热季节，空调设备应使厅内气温保持在18—25℃，气湿40%—70%范围，气流<0.5 m/s。

卫生防疫机构应定期对影剧院空气环境进行监测，监测指标包括微小气候(气湿、气温、气流)、CO_2、细菌总数、绿色和溶血性链球菌数等。当每立方米空气中总细菌含量>2 500个(夏季)及7 000个(冬季)，绿色及溶血性链球菌数含量>36个(夏季)及124个(冬季)时，即属空气受严重污染，应责成影剧院管理人员采取相应空气改善措施。于两场之间休息时间，开启门窗加强自然通风，是改善室内空气卫生条件的一项简易措施。

游泳池卫生监测

游泳池是群众性文娱体育活动场所，在地址选择、建筑设计、水质安全、日常管理等过程中必须遵循基本卫生要求。通过游泳池传播的疾病有急性滤泡性眼结合膜炎、沙眼、表皮癣菌病、咽炎、肠道传染病、阴道滴虫病等。游泳池的周围地面、走道、更衣室等受污染，也可为介水疾病传播创造条件。因此，必须注意下列事项。

(1) 游泳池建筑设计的卫生要求：在选址上，游泳池必须设于地下水位较低的地方。既可有利于排出游泳池底部沉渣，又可防止池子在产生微细裂缝情况下地下水的渗入。在平面设计上，游泳池规模的大小应与预计使用人数相适应，使每人能获得3m²的水上活动面积，并配备必要数量的更衣室及衣物存放室、淋浴室、男、女厕所等辅助房间，厕所位置设在进入更衣室之前。在游泳池的入口处，应设深度不低于0.25m的消毒液浸泡池。

游泳池应分浅水、深水两部，两部间应有坡度逐步递深的中间阶段，在深度超过1.5m部分，每加深0.3m，应于池壁两侧作出显著标记，水深超出1.8m后，池底坡度不宜>7%；跳台高度为3m时，跳台下水深应>3.5m；跳台高于3m时，水深也应相应增高。如跳台与水深不相适应，可导致颈部与池底相撞而发生颈椎骨折。

池的进水口在浅水一端，排水口则在最深的池底部。水面以上池顶四周需设溢水槽，便于游泳者攀扶、咳吐痰液和溢流污水，并每隔数米于槽底设泄水孔通至下水道。池四周走道应有足够宽度，不透水，并向外稍作倾斜以便于冲洗。

(2) 游泳池的水质安全措施：水质应透明，无臭，色度不超过25度，pH在6.5—8.5范围之内，每毫升水杂菌数不应>1000个，每升水中大肠菌群数不得超过18个。为达到上述要求，池水必须经常更换及消毒，换水的方式有全换式、泄流式、循环式等。在游泳池规模较大、数量较多、城市供水量有限的情况下，大规模游泳池本身最好附设简单的净化构筑物(如沙滤、消毒)，处理后经循环管网重新放入池中，但仍应经常向池内补充新鲜自来水，并每日用吸泥机将沉淀在池底的污泥吸走。

游泳池水质消毒常用加氯消毒法，加氯量的要求是使池水的游离性余氯量保持在0.4—0.6 mg/L范围内，如>0.6 mg/L，即能闻知气味并对眼结合膜有轻微刺激。

(3) 经常性管理制度：游泳者必须经相当于区、县一级医院的医师体验合格，证明无脚癣、皮肤病、眼传染病、心脏病以及其他感染性疾病和带菌者方可发给游泳证。在游泳池开放过程中，卫生防疫人员应定期监测水质，指标包括余氯、总细菌数、大肠菌群数、氨氮、化学耗氧量等。游泳池每隔一定时间(至多10天)必须将池水排空，彻底清扫一次。

学校卫生监测

学校卫生监测是学校卫生的一项经常性工作，是发现和评价学校的学习和生活环境危害因素的一个重要环节。

学校卫生监测的目的：①掌握学校环境中危害因素的性质、强度及其时间、空间的分布情况。②估计学生的接触水平，为研究接触水平与健康状况的关系提供基础数据。③检查学校环境的卫生质量，评价学习、生活条件是否符合卫生标准要求。④监督有关学校卫生法规的执行情况，鉴定预防措施效果。⑤为控制危害因素及制订、修订卫生标准及工作计划提供依据。例如学生视力监测，是了解学生视力，掌握其变化规律，为制订保护视力、预防近视的措施提供科学依据，应定期定点进行视力检查。为求得资料的高度准确性，便于统计分析和对比，必须做好视力监测前的组织工作和人员培训，统一调查内容和方法。同时对影响学生视力的主要因素，如学习负担、一日作息制度、学习环境、用眼卫生及体育运动的开展情况等也要进行调查。

工作场所卫生监测

为控制职业性危害因素，改善劳动条件，必须及时识别各种类型的危害因素，并估测其危险程度。这主要是通过对作业环境的物理和化学有害因素进行一次性或定期性卫生监测，并根据国家颁布的卫生标准对监测结果进行工作场所卫生评价，结合对接触者健康监护结果，对危害因素的危险度作出估测。

工作场所卫生监测的目的是通过测定，达到：①掌握生产环境中危害因素的性质、存在程度（强度或浓度等）及其在不同时间、空间的分布情况。②估计作业者的接触水平，为研究接触水平与健康状况的关系提供基础资料。③检查生产环境的卫生质量，评价劳动条件是否符合卫生标准要求。④监督有关劳动卫生和劳动保护法规的贯彻执行，鉴定预防措施效果。⑤为控制危害因素及制订、修订卫生标准提供依据。

监测内容包括对作业环境中物理因素和化学因素的定性和定量监测、分析和评价。

监测方法根据监测内容而定。对作业环境中物理因素的监测包括气象、噪声与振动和非电离辐射等。

（1）气象条件：生产环境气象条件主要包括气温、气湿、风速和热辐射强度，除特殊作业（如沉箱、高温和高山作业）外，一般可不测量气压。可根据生产过程、热源布局和车间特征，选择工人经常或定时作业点，进行气象条件测定：①气温及气湿测定，常用阿斯曼通风温湿度计。②风速测定，常用风速仪（风速范围 1—40 m/s）及卡他温度计或热球式电风速仪（风速 0.5—1.0 m/s）。③热辐射强度，可用单向热电偶辐射热计测量单向辐射强度，用黑球温度计测定平均辐射强度，单位均为$J/cm^2 \cdot min$

中国生产场所气象条件的卫生标准是根据作业性质、劳动强度，以气温为主要指标而制订的。如夏季车间工作地点的容许温度，是根据当地夏季通风室外计算温度，确定其室内外温差的限值（见表）。

车间内工作地点的夏季空气温度容许限度

当地夏季通风室外计算温度（℃）	工作地点与室外温度差（℃）
22 及 22 以下	<10
23—28	<9—4
29—32	<3
33 及 33 以上	<2

（2）噪声与振动：测量作业环境噪声常用仪器为声级计，中国生产的ND—2型精密声级计，由传声器、放大器、衰减器、计数网络及指示器等部分组成。测量时，将传声器放在工人经常活动的地点，以人耳高度为准，根据监测目的及噪声源分布，选择监测点。监测的量以A声级，dB(A)，作为噪声评价的指标。用A声级测量和表示的噪声，一般可不作频谱分析，仅当现场的噪声以低频为主时，才作频谱分析；此外，如属非稳态噪声，还应按等效连续A声级的测定和计算方法，换算成实际接触的等效连续A声级。中国 1980 年颁布的《工业企业噪声卫生标准》（试行）规定，新建厂房工作地点噪声容许标准为 85 dB(A)，现有企业暂时达不到的可适当放宽，但不得超过 90 dB(A)。

振动的监测，常用电测振仪和机械测振仪。测振系统由机械性滤波器、加速度计（三轴向）、积分器、精密声级计、1/3 倍频程频谱分析仪等组成。测振系统为测量振动源的左右方向水平振动（x轴）、垂直方向振动（y轴）及前后方向振动（z轴）的主频率（Hz）、速度（m/s）、加速度（m/s^2）及振幅（m）。中国已颁布的有关振动的卫生标准有《作业场所局部振动卫生标准》。

（3）非电离辐射：指紫外线、可见光、红外线、激光和射频辐射（包括微波和高频电磁场）。目前国内监测对象主要为高频、超高频电磁场强度及微波功率密度。国产RJ—2型电磁场场强仪，是专门用于测定中、短范围近区场的电场和磁场强度的仪器；RL—761型微波漏能测试仪，是用于测量微波设备泄漏于空间的微波能量大小的仪器。中国目前已颁布的有《作业场所激光辐射卫生标准》（GB 10435—89）、《微波辐射卫生标准》（GB 10436—89）和《超高频辐射卫生标准》（GB 10437—89）。对作业环境中化学因素的监测，是指对生产现场空气中有害气体、蒸汽、雾、烟尘和粉尘的测定和评价。测定过程一般采用监测仪（如"测汞仪"）及快

速检气管，后者的采样和分析在同一比色管内完成。

(1) 采样方式：空气采样可分为区域采样和个体采样两种方式。①区域采样：是在有害物质发生源附近，以及工人作业和活动区域选择有代表性的监测点，按工艺流程周期及工人操作情况，进行定点采样。这种采样方式主要用以反映作业场所有害物质的分布及变动情况，也可用以评价工程技术措施的防护效果；但不能真正反映工人的接触水平。②个体采样：是利用佩带在工人身上的个体采样器，在一个工作班内连续不断地采集空气样品，然后再进行检验分析。这种采样方式可以反映工人在一个工作班内不同作业点及作业方式，所接触到的不同水平有害物质的累积量，反映了个体的接触水平。

(2) 接触水平的估计和评价：目前大多采用区域采样所测得的空气中有害物质浓度的平均值或波动范围作为评价指标。如果测定值较集中或大小值频数较匀称，呈正态或近似于正态分布时，可用算术平均数来表示；但作业环境测定数值往往波动很大，最大和最小值之间的差异可达几个数量级，而呈偏态分布，此时则不宜用算术均数，而应以几何均数表示。如大多数测定值较集中，只有个别或少数值分散于一端（或两端），则宜用中位数表示。若在一个工作班内，对工人的不同作业及活动点多次采样测定，则可根据每个活动点的平均浓度(c)及工人在该点的逗留时间(t)，计算时间加权平均浓度(TWA)：

$$TWA=\frac{\sum ct}{\sum t}(mg/m^3)$$

中国现行的《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79)规定了120项约134种有毒气体、蒸汽及粉尘的车间最高容许浓度，以及若干有关作业场所气象条件的卫生标准。1981年全国卫生标准技术委员会成立以来，又陆续审议了10年来劳动卫生标准的研制成果约80余项，现已批准颁布的新增物理因素及化学因素标准约50项。这是评价生产环境中有害因素监测结果的立法依据。

食品卫生监测

食品卫生监测是在食品工业、食品企业和其销售网点，根据“中华人民共和国食品卫生法(试行)”，对食品进行有关监测，以维护食品卫生质量。保障食用安全。

食品在采收后自身会不断转化和消耗营养成分，还会受到来自自然环境（如地质、大气环流沉降、灾害等）及工农业生产（如工业三废、农用化学物质、交通运输等）的影响，使其食用质量下降，影响到食用安全。

食品卫生监测是以《中华人民共和国食品卫生法(试行)》为主体的食品卫生法规中约束食品卫生质量水平的技术性规定为依据的条款进行的。是国家食品卫生监督机构和食品生产经营者必须遵守和执行的法规性文件。

标准所附的“食品卫生管理办法”主要是约束食品加工的工艺过程和工艺条件，以达到食品卫生标准的要求。此外，“食品卫生理化学检验方法”、“食品卫生微生物学检验方法”和“放射性物质的食品卫生检验方法”都是食品卫生监测中需要应用和遵循的。

食品的质量指标应随着食品的种类不同而有不同的卫生质量要求，可分为四类：①表示严重危害人体健康的指标，如致病菌与一些有毒物质。②表示食品可能被污染或其污染程度对人体健康有一定威胁意义的指标，如细菌总数、大肠菌群最可能数。③间接反映食品卫生质量可能发生变化的指标，如粮、油、奶粉的水分含量。④商品规格质量指标，如酒的乙醇含量和冷饮中的蔗糖含量等。

在执行这4类指标时，要区别对待。如为严重危害人体健康的指标，必须严格按标准要求执行；其他的指标，既要遵守执行，又需结合实际，故有一定的灵活性，特别在进行食品卫生鉴定或处理食品时更应如此。

目前，食品中应用的各种食物添加剂、调味品等化学物质约有5 000多种，这些化学物质，可通过食品与人类直接接触，有些化学物质，还可通过水、空气及土壤等间接途径污染食品。其中绝大多数尚未经过毒理学鉴定。为此，一些国家或国际组织先后提出了食品安全性毒理学评价程序和方法的建议。

1984年中国卫生部颁布了《食品安全性毒理学评价程序(试行)》，1988年又经修改完善已成为目前中国食品卫生法规体系中一个具有政令、法令性的文件。

食品卫生质量监测，主要是为了查明食品中是否存在着威胁人体健康的有害因素及其种类、来源、性质、作用和含量水平，它是食品卫生监督管理的重要工作内容。

凡具有下列情况之一者，即需进行食品卫生监测：①食品企业提出的新产品，新配方或新工艺。②可能受到污染的食品。③发生食物中毒或其他食源性疾病时的可疑食品。④制订或修订食品卫生标准。⑤食品企业或任何个人的申请。

食品卫生监测的步骤和方法 有以下几点。

(1) 待检食品基本情况的调查：可用来确定检测目的，如对食物中毒时的致病食品，必须了解引起中毒症状，潜伏期及其烹调加工；如检定新产品、新配方、新工艺时，需对整个工艺过程及原料有详细了解；对食品的意外污染，则需弄清污染物名称、与食品接触的条件和程度等。

(2) 检测方案和项目的确定：所确定的项目应具有通用意义，具有较强的针对性。一般情况下，只检测有针对性的项目，个别情况下需包括系统的毒物或毒性检测项目。

(3) 样品的采集：采集应在现场调查的基础上进行，一般应在现场采集。样品应有充分的代表性，并尽量避免变质和污染。

微生物学检验的样品需在严格无菌操作的条件下进行。采样范围因目的而异，如为查清食物中毒，除剩余食

物外，还包括原料、工具、餐具的擦拭样品；病人的血、尿、粪或呕吐物；如为制订或修订食品卫生标准，应按季节、气候、工艺及不同卫生条件的企业进行采集；如为了解企业卫生状况，则需要按工艺过程分阶段顺序采样；对污染食品进行检测的同时，还需采集其可疑污染物进行探索和对比。

采集的样品要防止变质和再污染，故包装应严密，运输需快速。检测微生物或易霉食品的样品时，要及时、低温保存运送。对挥发性样品要密闭和冷藏。

(4) 检测的步骤与方法：①感官检查：感官检查可以发现极细微的、理化检查也无法查出的食品卫生质量变化，但它不能定量地、客观地表示检查结果，并需由训练有素的人员以双盲法进行。②有害因素的快速检验：这是一种现场快速查明原因的应急方法。目前已广泛使用检毒纸片、检毒管、袖珍型检测仪器等。微生物检查中有免疫荧光技术、固相酶标技术、核素技术等的应用。它们不但灵敏度高，而且结果数据可靠。③意外污染的常规理化检验：当现场调查资料初步确定污染物后，及时搜集污染物的理化性质、分析方法，再将样品提纯，以确定污染物在食品中的含量，由此可推断该食品对人的危险程度。④简易动物试验：针对需及时判断原因不明的食品污染而进行。其特点是对试验动物的要求(如动物种类、数量等)不高，目的在于能较快地得出有无毒性及毒性大小的粗略概念。

(5) 食品卫生质量的检测结论和处理：根据食品检测结果判明食品中有无毒物或致病微生物存在、来源、种类、性质、含量、作用及危害。以确定该食品是否可食或食用的技术措施等。一般可分为三种结论：①为正常食品，基本符合该食品的卫生标准，可以食用。②食品需经一定方法加工或在一定条件下处理方可食用。③对人体可能有明显危害，应及时禁止食用或销毁，或改作工业用。

食品企业的自身监测 一些国家的卫生法规对食品企业自身卫生监测都有明确规定。因在商品经济社会的剧烈竞争中，食品企业对加强自身卫生监测有一种内在的动力，也已成为商业竞争的一个有力措施。

食品企业自身卫生监测目的，主要是防止因技术上达不到卫生标准的要求，使企业遭受损失。

(1) 食品企业自身卫生监测机构：有群众性组织、行政系统机构及行业机构三种形式。群众性组织在中国是特有的爱国卫生运动委员会。它虽然对本企业没有行政的权力，但在群众性卫生管理中可以发挥巨大的影响。行政系统机构在多数企业为检验科室，其职权与生产系统分开，形成相互制约关系，并对本企业的生产卫生条件有直接管理权力。行业系统机构不从属于企业的领导，而立足于买方市场，促进本行业产品提高竞争能力，使本行业的食品企业得到信息与帮助，主动地积极改进卫生条件。

(2) 食品企业自身卫生监测的工作方法：食品企业控制本单位产品的卫生质量，首先是规定出有科学根据的生产工艺、保存工艺记录。每工段、每班均要填写卫生措施执行情况登记表，并列为生产工段的任务。

利用监测进行食品卫生质量控制是最有效的手段。低水平的监测是对产品逐批检验；高水平的监测则对生产工艺进行因素分析，不仅检测食品，亦对工具、工人手、半成品及环境因素等进行微生物或理化因素的检测，从而找出影响食品卫生质量的原因，再反馈到工艺中加以改进，不断提高食品质量。

食品企业卫生监测方法 食品卫生质量监测是食品卫生监督检验机构的重要手段和工作内容。中国食品卫生法中明确赋与了这一权利，其他任何机构不得侵犯。

食品企业卫生监测工作中既要和群众组织相配合，又要以高度责任心为本企业食品卫生质量控制及改进提供数据，为地方食品卫生监督检验机构提供检测结果，争取帮助。

食品卫生监测应遵循的原则：①食品卫生监测工作必须有计划地进行。②食品企业应建立卫生档案与工艺流程图，记录食品卫生质量检测结果、会议记录、认定标准等。③判定结果，主要根据国家食品卫生标准。对工艺过程及设计等进行评价时，应避免根据感官性质的个人决定，宜用双盲法进行。④监测工作是维护及提高食品卫生质量的重要手段，无论对领导者、管理干部、技术人员及工人的宣传教育都很重要，要激发各自的自觉性，认真贯彻卫生质量要求。⑤对不符合卫生标准的原料和产品，或影响质量的人、物和条件，要具有科学的检验、测定或其他证据，力求所提供资料有代表性及可靠性；对严重影响产品质量的人、物或条件要及时地进行处理。每一项监测工作都必须从保证消费者健康出发。

放射性监测

放射性监测

放射性监测(radiation monitoring)主要是指为控制和评价辐射危害,对有关地点的辐射场和个人所接受的照射量进行测量,以判断电离辐射和放射性物质的存在水平;并对测量的结果,与国家放射卫生防护基本标准作比较,及时评价它们对人体可能造成的危害,以便采取必要的措施,防止工作人员超剂量照射或对周围居民造成的有害影响。放射防护监测一般可分为个人剂量监测、工作场所监测和环境监测三类。

环境放射性监测

环境放射性监测是指对放射性企业(或单位)运行前的本底监测、运行中的常规监测和事故发生后的事故监测。其中以常规监测为最重要。

环境常规监测时应考虑的因素:①企业(或单位)的类型和有关潜在危害。②排出核素的种类及放射性活度、理化状态、排放方式和途径。③排出核素在环境中的转移。④影响放射性核素排放的各自然环境特征,如气候、地形、水文、地质等。⑤农业、渔业、水和食品供应,工业和文化娱乐对环境的影响。⑥人口密度、居民点分布与生活习惯。掌握上述资料,在于找出关键核素、关键途径和关键居民组。常规监测的目的是了解周围环境的污染情况,估计附近居民的集体剂量当量或个体剂量当量负担,评价由于污染可能带来的危害与影响。同时,还要检验企业放射性三废处理系统的效能,控制放射性核素的排放量。

常规监测通常以该企业为中心,对周围环境进行监测。监测的对象应根据企业所排放的核素种类、性质、排放方式、排放量及核素在环境中的转移途径来确定。监测的范围可从方圆几十米到几十公里不等。监测的项目包括空气、水、土壤、有代表性的农牧产品。对样品的测量分析,包括两个方面,一是样品中所含的是哪些放射性核素;二是样品中有关核素的放射性活度或比度值。

环境样品中的放射性测量比工作场所样品的测量更为困难,原因是分析种类繁多,样品体系复杂,放射性活度低。目前对环境样品的测量方法主要有两种:一是用低本底测量仪器进行直接测量,如大部分γ放射性核素均可采用低本底γ谱仪来测定,该方法优点是操作简单,可对多种核素同时测量;二是先用化学分析方法对采集样品中的放射性核素进行分离浓缩,制成被测样品,再用探测仪器测量,该方法操作虽烦琐,但灵敏度较高。

工作场所放射性监测

工作场所放射性监测是为了测定工作人员所在环境的辐射水平,判断工作人员所在处的安全程度,检查屏蔽防护设施的效能,以及时发现辐射工作场所和操作过程中所存在的问题。

工作场所监测包括外照射、表面污染和空气污染监测。

外照射监测 为使测量值能真实反映工作环境的实际辐射水平,应根据射线的种类、能量来选取合适的监测仪器,例如测定低能X线的照射率时,应选择以空气等效电离室作探头的剂量仪(如国产FJ—347Ax射线剂量仪);测量快中子剂量时,则应选用组织等效剂量仪(如国产FJ-342G_1中子雷姆剂量仪);测量β、γ射线照射率时,可应用国产70型乙、丙种射线探测仪或FY—1型多用辐射仪等。为评价设备或装置(如医用X射线诊断机、^{60}钴γ射线治疗机、工业用X线探伤机或^{60}钴、^{137}铯源辐照装置等)的安全性能,需对周围的工作环境,包括操作控制室、走道、邻近工作场所的辐射剂量分布进行测定。

表面放射性污染监测 是指对各种物体表面(如工作台、地面、墙壁、设备、人员的手、体表和工作服)进行放射性活度的测量,以判断物体有否被放射性物质污染或污染水平,便于及时采取去污措施,发现和消除污染源,为工作环境的监测提供必要的数据。

放射性表面污染的监测通常可采用直接监测法和间接监测法。用辐射探测仪直接测量污染表面,称直接监测法;对污染表面进行擦拭,然后测量擦拭样品,称间接监测法。前者必须考虑表面污染的类型,以便选用合适的探测仪器。例如,对中等能量α、β污染,可选用国产FJ

-335D型α、β表面污染仪，对低能β污染（^{3}氢、^{14}碳）则应选用FJ－342型低能β辐射仪；而后者主要是对一些不便直接进行监测的物体表面（如凹凸不平的表面、门把手、容器或管道内壁）和伴有γ辐射干扰的场所，则须采用间接监测法。对低能量β射线污染的擦拭样品需用液体闪烁仪测定。被测表面污染程度可按下式计算：

$$C = \frac{100n}{\eta_{2\pi} \cdot S}$$

式中：

C：物体表面放射性污染量

（粒子数／分·100cm^2·2π）

$\eta_{2\pi}$：探测仪2π方向的探测效率

S：探测仪窗口有效面积（cm^2）

n：净计数率（粒子数／分）

100：表面污染程度所规定的探测面积

测定结果评价时，应与国家规定的表面污染控制水平限值相比较。为使测量数据可靠，探测仪在测定时最好用与被监测核素同种标准源校准，并在同样的几何条件下进行测量。

空气放射性污染监测　对操作大量开放型放射性物质的车间、实验室和工矿企业应施行空气污染监测，其目的在于评价工作人员可能吸入放射性物质的上限，及时发现空气污染，以便采取相应的防护措施。

工作场所放射性气体和气溶胶浓度的取样点布置有三种方式：一是固定取样点，置于工作人员经常逗留的地方；二是用可携带式取样器来采集特殊位置的空气样品；三是个体取样器采集工作人员呼吸带样品。个体取样器所得结果，能较好地评价工作人员可能吸入的放射性物质数量。空气采样方法主要有过滤法、冲击法、静电收集法和粘着法等。其中以过滤法应用最广，采样设备简单，过滤材料容易获得。常用有国产DK－2A空气取样器或DK－60型微尘取样器。过滤材料应选用滤效高、阻力小、薄而均匀的材料，如国产过氯乙烯超细滤膜或聚丙烯超细滤膜，采样的滤膜上，常有大量天然存在的放射性氡、钍子体，要测出人工放射性气溶胶污染，必须区别天然放射性核素和人工放射性核素。区分方法主要有衰变法、能量甄别法、假符合法和比值法等。衰变法是利用各种放射性核素半衰期不同，以辨别天然与人工放射性核素。

空气污染监测结果，一方面可直接获得放射性核素在空气中的浓度水平，便于评价工作环境的安全程度或采取防护措施，包括确定工作人员所能逗留的安全时间；另方面是估算在一段工作时间内，因吸入而造成的体内积存量或内照射剂量。

密封源密封性检查　镭针、钴棒等密封源常因搬运或使用过程中磨损、掉落跌砸使包装容器损坏或容器焊接密封时有假焊等而使其密封性能破坏。已破损的放射性密封源，如不及时发现或采取措施，会很快酿成大面积表面污染和空气污染事故。因此，对密封源的密封性能要定期检查，而对发生放射源从高处掉落情况，则必须及时进行检查。对密封源密封性能的定性检查，虽不能给出泄漏的定量数值，但可确定该源是否能被继续使用。常见的定性检查方法有浸入检查法（将源浸泡在特定溶液中一定时间，然后取样测定溶液中放射性活度）；擦拭检查法（用浸渍过25%甘油酒精的棉球擦拭密封源外表面，再测定擦拭棉球上有无放射性核素污染）和气体吸附法（对能释放放射性气体的密封源如镭针插入活性炭中一定时间，若镭针破损，从活性炭中便可测出氡的存在）。

个人放射性剂量监测

个人放射性剂量监测是辐射防护评价和辐射健康评价的基础，它不仅具有技术意义，及时发现防护工作的薄弱环节或提供事故照射剂量的第一手资料，为应急救治时参考，而且也有一定的法律意义。按接受照射的方式，个人放射性剂量监测又可分为外照射个人剂量监测和内照射个人剂量监测。

外照射个人剂量监测　就是测量个人在一段时间内，或一次特殊操作过程与事故情况下的受照剂量当量，借以评定工作场所安全性与事故性质严重性。

外照射个人剂量的监测方法，通常是选用合适的个人剂量计，佩戴在身体有代表性的部位（如胸部、头部、腹部或手部），用以测定相应体表处的受照剂量。佩戴个人剂量计的时间长短视具体情况而定。为使监测可靠，个人剂量计应能满足以下要求：①具有足够的灵敏度和尽可能低的能量探测阈，使个人所受的不同种类、不同能量的电离辐射源的照射剂量均能记录下来。②体积小、重量轻、有良好的能量响应，方向依赖性小；③佩戴方便，价格便宜。

个人剂量计的种类很多，其选择不仅取决于监测的目的，而且决定于所采用的评价方法。对β、γ和X辐射常可选用直读式电离室型个人剂量计（或称剂量笔）、胶片剂量计或热释光剂量计，其中热释光剂量计是目前应用最广泛的剂量计（如氟化锂、氧化铍、硫酸钙等）。对中子则可选用核乳胶中子个人剂量计、氟化锂反照中子个人剂量计或固体径迹中子个人剂量计等。

用个人剂量计监测的数据来正确评价个人所受的实际有效剂量当量通常是很复杂也难做到。这是由于个人剂量计所记录的值，只表示体表接受的辐照量或辐射水平，并不反映器官和组织的受照剂量，此时可在剂量计上附设一块与皮肤组织等效的材料，以测量相当于软组织某深度处的"剂量"。在辐射场均匀的条件下，单个剂量计的测定值可看成是整个体表的代表值。在辐射场不均匀的场所，应佩戴多个剂量计，其总辐照量值即代表体表的受照剂量。

内照射个人剂量监测　测定放射性核素在体内的沉积量及其分布概况，以评价受照组织或器官内的平均剂

量当量和有效剂量当量。凡从事以下工作的人员，通常需进行体内污染的常规个人监测：①天然铀钍矿的开采、粉碎和精炼。②操作大量气态或挥发性放射性物质的场所（如发光涂料车间、重水反应堆中氚的氧化物）。③天然铀、浓缩铀的处理，和核燃料元件制造。④钚和其他超铀元素的后处理。

内照射个人剂量监测有三种方法。一是应用全身计数器在体外直接测量来估算体内或器官内释放γ射线放射性核素沉积量；二是通过环境介质（空气或水）的测量估算内照射剂量；三是分析排泄物（如尿、粪便、鼻涕、呼出气等）或生物样品（如毛发、指甲）来估算体内放射性核素的污染量。在上述方法中全身计数器测量最简便迅速，可直接测出沉积在体内的放射性核素的分布、转移和清除情况，并能在较宽的能量范围内，同时对体内多种核素作定性与定量分析，可较准确提供全身或器官内照射剂量。尿液分析是常用的一种方法，通过尿铀、尿钍、尿氚等测定即可分别估算上述核素在体内的沉积量；利用呼出气中氡或氙的含量测定也能评价体内镭或钍的含量。在超临界事故时，对血中^{24}钠和毛发中^{32}磷的活性测定，即能估算事故中人体所接受的中子剂量。

辐射防护监测管理

辐射防护监测管理是根据从事接触辐射或放射性物质的性质、类型、工作条件、接触剂量等状况，对工作场所和接触人员进行监测，并建立相应的资料档案，便于根据有关法规进行辐射防护监督。根据工作条件，辐射防护监测管理分为以下三种类型：

(1) 甲种工作条件：一年照射的有效剂量当量有可能超过15mSv(1.5rem)。在这种工作条件下的工作人员应有个人剂量监测，对工作场所进行经常性的监测，并应建立工作人员个人受照剂量和工作场所监测档案。

(2) 乙种工作条件：一年照射的有效剂量当量很少可能超过15mSv（1.5rem），但有可能超过5mSv(0.5rem)。对于这种工作场所应定期进行监测，并需进行个人剂量监测和建立个人受照剂量档案。

(3) 丙种工作条件：一年照射的有效剂量当量很少可能超过5mSv(0.5rem)。在这种工作条件下的工作场所或工作人员，可按需要进行场所或个人剂量监测，并作记录。

当放射工作人员受到事故或其他意外照射时，应采取不同于常规的特殊个人剂量监测，尽快地估算剂量，以判断受照的严重程度。

凡操作开放型放射性物质，其年摄入放射性核素的量可能超过年限值的十分之一者，应根据需要接受常规的工作场所空气污染监测、表面污染监测或内照射个人剂量监测（包括生物样品监测、呼出气测量和用全身计数器进行体外测定等）；对年摄入放射性核素的量低于年限值的十分之一者，可视具体情况进行监测。

放射工作人员个人剂量档案，应存放在本单位的放射卫生防护部门。上级主管防护部门有权检查和阅览该档案资料。档案资料应保存足够长的时间，通常在放射工作人员脱离放射工作岗位后数年直至退休后也未发现异常情况。对操作各类辐射源放射性企业、单位和实验室的辐射防护监测内容，可参照此表，并根据本单位的实际情况，拟订相应监测计划。

各类辐射源的辐射防护监测内容

辐射源类型	辐射防护监测内容
操作封闭型辐射源（如γ治疗室、γ辐照室、工业α、γ探伤室、工业用γ物（液）位测量装置和镭疗室）	①测定工作场所照射量率 ②测定附近工作场所的照射量率 ③辐射源密封性检查 ④个人外照射剂量监测
操作开放型α放射性核素	①测定工作场所和附近地区的空气中放射性气溶胶浓度 ②测定废水中放射性核素含量 ③测定各类物件表面、手、体表和工作服的放射性表面污染 ④测定个人内照射剂量监测
操作开放型β、γ放射性核素（如医用放射性同位素室，工厂发光涂料车间等）	除开展α放射性核素四项工作外，并包括： ①工作场所照射量率测定 ②废弃物外照射剂量率测定 ③酌情建立外照射个人剂量监测
使用钋－铍、镭－铍等中子源	①测定工作场所和附近地区的中子通量或γ照射量率 ②测定工作场所空气中氡的浓度 ③测定个人中子剂量或γ射线剂量
操作医用X线机	①工作场所和附近工作室的X射线剂量率测定 ②X线机输出量和射线泄漏测定 ③个人外照射剂量监测
使用中、小型加速器	①测定工作场所和邻近地区的外照射剂量率 ②酌情建立个人剂量监测

人体健康监护及监测

早期检测

当机体的生化、形态和功能方面的改变还处于可逆阶段时，对机体的内环境平衡和代偿机能发生的障碍进行检测，称为早期检测(early detection)。目的是对疾病作出早期诊断，进行必要的处理，以预防明显的疾病和伤残发生。

早期检测为第二级预防措施，亦属于一种人群筛检(参见"筛检"条)。目前，早期检测已在职业卫生如对职业人群进行就业前检查和定期检查及慢性病(如心血管疾病、肿瘤)的早期发现和预防中广泛应用；并且在解决各年龄组人群的常见健康危害问题中，也被逐步采用。

早期检测一般包括下列内容：

(1) 采用询问方式了解全身状况的改变，包括个人对症状的描述。

(2) 用体格检查和实验检查的方法，评价机体体质状况和各系统器官的功能改变。例如在青少年中早期检测脊柱弯曲，必要时可摄X线片；视力检查可早期发现近视以便及早矫治。在职业人群中作体格检查时，应针对接触有害因素的特点，采用不同的检查内容，例如对接触粉尘的工人，重点应放在呼吸系统检查、肺功能测定和胸部X线摄片，发现可疑患者则进一步随访。对接触有毒物质的工人，可进行心电图、高级神经活动功能等检验；在夏季到来前，对从事高温作业工人进行检测，可早期发现不适于在夏季高温环境下工作的对象，如高血压、肝、肾疾病患者，以便暂时调离原作业环境。

(3) 用实验分析手段，测定生化和形态学改变。例如防癌检查时，可检查脱落细胞，并进一步通过活组织检查、X线摄片、内窥镜检查等加以证实；对成年妇女定期作宫颈涂片；从阴道脱落细胞检查子宫颈癌；镜检痰液中脱落细胞可早期发现肺癌。对接触有毒物质工人作多种血清酶测定、体液组成成分改变的分析等。有些改变，只有在负荷试验的基础上才能测出，如采用肝染料排泄功能试验以检验肝脏的实质性损害等。

有些早期检测，是为了检出在某些特殊情况下带病或带菌者，不让他们影响所服务的对象或周围的人群。例如对食堂炊事员、饮食从业人员、冷饮制备人员、托幼机构保育员等定期体检，查明有无肺结核病、皮肤化脓性疾病、急性和慢性迁延性肝炎、菌痢带菌者等，就是如此。对供血人员进行体格检查则可以确定其身体健康状况是否适宜于献血。

儿童少年健康检查

对儿童少年开展系统的健康检查，以了解其生长发育和健康状况，早期发现有无疾病或身体缺陷，从而督促学校和家长及早采取防治措施，是保护儿童少年健康成长的重要方法之一。检查可由专业人员和校医、保健教师密切配合进行。按不同目的和时间，可分以下几种形式。

(1) 定期全面检查：在同一时期对地区内的集体儿童少年进行全面的体格检查。一次检查的结果只能反映当时儿童少年健康状况的一个横断面。定期多次检查，从资料的前后对比中可看出儿童少年生长发育或健康状况的动态变化。有条件的可每年进行一次，无条件的，可争取对进入初小，高小、初中学生各进行一次，初中和高中毕业时再进行一次。

(2) 专科检查：是指在定期检查的基础上，对发现有问题的儿童少年作进一步临床专科检查，以明确诊断，及早治疗，并对他们在教学、体育和劳动中应遵循的卫生要求提出相应的指导。

(3) 体检复查：对体检中发现有疾病或身体缺陷者，经过一段时间矫治后所作的再次检查。例如假性近视、沙眼、脊柱弯曲异常和扁平足等经矫治后，复查其功能恢复或病损部位的变化，以评定治疗效果。

(4) 比赛前后检查：对学校体育运动队参赛的学生，在参赛前后应重点检查其心肺系统的功能情况。

健康检查时除记录姓名、性别、出生日期、民族、籍贯、家长职业、地址、家庭人口以及居住环境等一般项目外，还须了解既往病史、家属病史和预防接种史等。

检查项目有人体测量、功能测试、体格检查和理化检验等。通过测量身高、体重、胸围与坐高等形态指标，可了解身体生长发育的水平与速度；测试握力、拉力、血压、肺

活量、视力、听力和辨色力等功能指标，可了解肌肉、血液循环、呼吸系统和感觉器官等的功能状态；通过全面的体格检查，X线透视和实验室检验血、尿、粪等可初步了解身体各系统的一般情况

工人入厂前和定期健康检查

工人入厂前健康检查(体检)系指工人参加某种工作前进行的体检，以查出有无就业禁忌证和确定其是否适于参加该项工作。如果工作岗位变动，或长期病假后，则在复工前也需进行体检，其意义与入厂前检查相同。

定期体检是指参加某项工作后每隔一定时间进行的体检，与入厂前资料作比较，以示是否受到职业危害因素的损害。

工作环境中有很多种类的健康危害因素，在职业卫生工作中，需对这些职业性危害因素进行检测和评价，以保护劳动者健康。检测和评价应从环境和人体两个方面进行。

体检的目的是为了保证职工是否适合该项工作，在整个工作过程中是否能保持健康状态；是为了查明工作环境中各种危害因素是否会对职工产生潜在损害或已有损害的征象。通过体检，对任何偏离健康的状况可及早发现并作适当处理，并可发现工作场所是否存在何种健康危害因素及原有预防措施效果的优劣，从而为制订、修订卫生标准及进一步采取控制危害因素的预防措施提供科学依据，以达到第一级预防目的。

通过检查也可掌握各项基础数据，包括生理、生化指标数据，便于今后定期检查和进行动态观察时作前后对比。也有利于根据工人体力情况和工作能力分配适当的工种。

职业禁忌证是指由于职业性危害因素的接触会加重原先存在的潜在病症、易于发生"工作有关疾病"或易于导致职业病，因而不宜参加该作业的人体功能状态或病症。例如，听觉器官有损伤的工人不宜参加噪声工作，有结核病史者不宜参加硅尘作业等。生产特点不同产生的职业性危害因素也不同，因此职业禁忌证也各异。医学遗传学的发展，为入厂前体检、进行职业性健康监护提供了新的启示，例如，血清抗胰蛋白酶缺乏者，肺泡壁弹性蛋白酶和中性蛋白酶的作用易失去控制，使局部胶原纤维分解增加，肺泡弹性削弱，在刺激性气体作用下容易造成肺气肿，因此，患有α-抗胰蛋白酶缺陷的个体就不宜参加接触刺激性气体的工作。目前上述检测方法在职业性体检的实际工作中应用尚属有限。

入厂前体检的项目应较详细，包括询问表和全面体检。询问表包括详细职业史(以前工种变动和接触有毒有害物质情况)、疾病史(尤应注意有否传染病和精神病史)、家族史(特别应注意有无遗传性疾病史)、吸烟史(对接触损害呼吸系统为主的有毒有害物质的工种尤为重要)，以及个人基础健康资料(反映就业前健康水平)。尚应根据工种需要，进行必要的血、尿、X线摄片、肺功能、视力和听力检查等。对于接触危害性较大的无机粉尘如硅尘、石棉尘，X线胸片除排除职业禁忌证外，是很重要的基础资料。对于接触有机溶剂者，则周围血象检查一方面可作为今后自身对比之用，另一方面对血象低于正常者则应通过复查确定是否适宜该工种。

定期体检是在一定时间间隔内，对有害作业工人的健康状况进行复查。它着重于与接触有害因素有关的病史和体检，包括自前一次体检以来工种变动和接触有毒有害物质情况；症状及其出现的时间和过程，症状出现的时间顺序以及与操作过程或职业接触的关系等。定期体检的目的在于及早发现有害因素对工人的早期影响，尤其是目前，大多数职业危害因素引起的健康危害大都以亚临床型出现，早期检出此类亚临床变化可以防止其进展或恶化；发现可疑职业病征象、工作有关疾病以及高危人群，以便进行重点监护或随访；发现有职业禁忌证者，以便安排其他适宜工作。根据定期体检结果，分析和评价预防工作效果，结合环境监测资料提出改进意见，有利于保护其他工人免遭同样损害。

定期体检的范围根据接触有害因素内容和操作条件而定，检查的时间间隔根据：①疾病的自然史，包括生化和形态等改变(发生的速度或可行的过筛试验检出的速度)。②接触有害因素的水平，如采取预防措施后环境条件改善，可适当延长检查时间间隔。③接触人群和个体的预期"易感性"，对于高危人群，应适当缩短检查的间隔期。

为早期发现职业危害因素对工人健康的影响，应不断探索新的检测技术和方法，例如采用检测行为功能改变的方法，以检测铅作业工人神经系统功能的改变；对一些接触有毒物质的工人，进行毒物化学、生物化学检查，以分析有害物质及其代谢物在体内的水平，并与健康工人的参考"正常值"对比。检测方法应选用简便易行、敏感性和特异性高、费用低和安全的项目及易于在现场进行的项目。

对每个工人应建立体检档案卡，将每次检查结果详细记录，以便掌握其健康状况和动态变化，进行前后对比，以有利于开展防病工作。动态观察资料也有利于比较接触不同有害物质剂量(或浓度)的工人的健康状况，计算其发病率和患病率，以便进行剂量-反应关系的研究。

老年人健康检查

为预防和减少老年人的疾病和伤残，保障老年人健康长寿，除应重视老年人的卫生与保健，排除一切影响衰老的不利因素外，还需定期对老年人进行健康检查，及早发现疾病，及早诊断，及早治疗。

中国1985年人口普查，全国居民的期望寿命已达68.9岁。根据科学预测，人类的寿命应该比现在的实际寿命要长。但由于病伤、社会和环境的不利因素及遗传因素、不良生活方式和卫生服务的影响，而过早死亡。老年人的死亡绝大多数是由于某种疾病引起，真正属于生理性衰老死亡者极少，仅是患病的严重程度有所不同而已，其中有些疾病在中青年时期就已经开始发生(甚至少年时就表现出轨迹现象)，只是初期表现较轻，不影响生活和工作，经过十多年至数十年的发展，最后引起组织器官损伤或机体衰竭，最终形成严重疾病。如高血压病，早期可以没有明显症状，以后逐渐发展，造成心力衰竭、脑血栓或脑溢血等严重并发症。因此，对老年人定期进行体检，及早发现疾病及早治疗，才能达到延长寿命的目的。

老年人的脑活动能力差，对周围环境的敏感性差，对疾病的反应也差，患病后有时可以表现很轻或很少出现症状，常被忽视，容易把大病看成小病。例如老人患肺炎可以不发热，无呼吸系统的症状；患心肌梗塞者可以无心绞痛；患阑尾炎者可无剧烈腹痛；患脑膜炎者可无颈部强直等。由于老年人的疾病多数属于慢性退行性变化，故有时不易区分其生理变化与病理变化的界限。患病初期病情进展缓慢，病程较长，症状常不显著，容易把新病看成老病而不愿就医。有时一个老年人同时患有多种疾病，而不易诊断出来，需要通过定期检查，系统了解机体的异常变化，以全面估计老年人的健康状况，并对原有疾病定期复查，进行比较，这对指导以后的治疗和保健十分重要。通过定期检查，有时可发现一些新的重要疾病，如有些恶性肿瘤，常常是在进行健康普查时发现的。若有定期的健康检查，便可发现疾病的早期信号。

目前医院住院的老年人的主要病死原因为血管病变、肿瘤及感染三大类疾病。血管病变主要是心血管病及脑血管病，如冠心病、心肌梗死、脑血栓形成、脑溢血及脑供血不足等。肿瘤则主要是肺癌、胃癌、结肠癌及肝癌等，感染主要是肺炎。其他致死的疾病还有尿毒症、肺心病及肝硬化等。因此，对老年人定期健康检查时，重点要检查心、脑、肺、肝、肾等脏器的功能状态以及血糖等。具体包括：①了解被检者的疾病史、家族史、职业史、生活史以及个人平时健康情况，以估计其体质和健康状态；并推测有无潜在疾病或慢性病等。②进行全面、系统、详细和正规的全身各系统检查，包括直肠指诊。老年男性还应检查前列腺，老年妇女要作妇科检查。③测量血压，做心电图检查，了解心功能状况，必要时可作心脏负荷试验。④肺功能检查及胸部X线透视，必要时作X线摄片。⑤测量眼压，检查晶体及眼底。⑥对血、尿、粪、痰进行常规化验，注意从尿、痰和宫颈涂片中检查有无肿瘤细胞。⑦血液化验：包括血脂、血糖等含量测定和其他与肝、肾功能有关的化验。

由于老年人生理功能减退，对损伤的愈合、修复迟缓，应尽量采用无创伤性检查方法，如B型超声检查。

在体格检查时，医务人员结合老年人体检情况，作些简单的保健和生活指导(如劝其戒烟)，会起较大的作用和效果。

应征公民健康检查

应征公民健康检查系指根据国防建设的需要，对应征公民的身体条件，在入伍前所实施的一系列医学检查。只有符合国家颁发的体格标准，应征公民方可参军入伍。由于部队系集体生活的群体，健康检查(简称体检)中，必须严防有关传染病患者应征入伍；同时因其担负特殊的使命，武器装备又日益复杂，故应征公民在体质、心理、精神及智力上均应处于良好状态，确保他们能较好适应和胜任部队中各种工作。

(1) 体检项目：除身长、体重等一般检查指标外，应征公民需经外科、内科、耳鼻咽喉科、眼科、口腔科及神经精神科等专科检查，以便对全身各系统的有关检查项目获得全面资料，其中女性应征公民还需经妇科检查。部队中陆勤、水面舰艇、潜艇、潜水、飞行、空降、坦克等各军兵种，由于所担任的具体任务不同，或有的部队处于高原驻防的特殊地理环境等，因而对相应的应征公民，有关体检项目及其标准，各有不同。一般而言，对应征至飞行部队者，体检项目最多，体格标准要求最高(如飞行适应性及心理学)；其他依次为潜水与舰艇、高原部队、水面舰艇、空降、坦克、陆勤等兵种。应征公民体检项目及标准，各国都有相应规定。50年代，根据中国的国情及本国实践经验，并参照国外有关资料，曾几次修改补充应征公民体检项目及标准，至今已日趋完善。

(2) 体检实施方法：根据招收兵员的具体人数、要求、条件及其他规定，各地区主管这一工作的部门及卫生机构应成立相应的征兵办公室，制订体检实施计划；并组成由各科医务人员参加的体检组。参加体检的医务人员应作短期集训，明确目的和任务，共同学习应征公民入伍体格标准，统一体检方法。然后选择合适的体检场所，要求宽敞、明亮、安静及卫生。同时准备必需和合格的体检器材、设备、药品及体检表等。参加体检的医务人员应具有相当的临床经验及学术水平，工作认真负责，尤其要选配合适的主检医生。各科中应配备一定比例以往参加过这项工作的医务人员，并认真听取征兵部队军医的合理意见，以确保体检质量。

(3) 体检步骤：应征公民体检分为摸底、目测、初检及复查四个步骤。体检正式开始前，征兵办公室、各单位领导或参加体检组的医务人员，向厂医、校医、乡村医生，摸底了解已报名的应征公民平时健康状况。其目的系确定参加初检的对象，剔除各种明显病态者。对近期有肝炎史或明确的接触史，应从严掌握。每次体检前，可由主检医生或其他有经验的医生，对参加体检的应征公民进行

集体目测，凡明显不合格者，可随即淘汰。初检可以县或区组织进行；复查应以地区、省或市组织实施，选配技术水平更高的医务人员参加。为了保质保量完成体检任务，应根据体检组人力与物力，规定每天体检人数，避免工作量过大而影响体检质量。每次体检中，凡各科明确不合格者，即可与主检医生商量后淘汰，这又称单科淘汰。各科检查均系合格者，最后由主检医生复检重点项目，全面衡量，综合评定，作出结论。如果总的合格率、各科淘汰率过高或过低，必须立即查明原因，及时纠正。

以上四个步骤是相辅相成的过程，但并非固定模式，各地每次体检可酌情灵活掌握，如某些军兵种有时不分初检、复查，可一次完成。一般而言，摸底、目测及初检是保证兵员质量的基础，复查是保证飞行、舰艇部队等特种军兵种兵员质量的关键。因此，在应征公民体检整个过程中，征兵办公室及体检组必须互相协调，严格实施。

高危(险)人群健康检查

在接触或暴露于某一有害因素的人群中，往往有某些个体特别敏感，最易出现不良或毒性反应，这些个体称为高危(险)人群(high risk individuals)(简称高危人群)。

高危人群因其体内生理调节功能、平衡适应反应及代偿能力均与正常人群有异，故易受有害因素的影响，以至较早、较易发病甚至死亡。引起这种高敏感性的生物学基础为：①年龄：年幼和年老者对有害因素往往比成年人敏感，这是因为年幼者体内酶系统功能尚未成熟，老人应激能力较低所致。②性别：妇女对某些因素的敏感性比男性大，例如妇女对铅和苯比男性更敏感。③遗传因素：某些遗传缺陷者或遗传病病人对某些有害因素异常敏感。例如先天性葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏者，在接触氧化剂时，由于体内还原型谷胱甘肽难于维持正常水平，故使红细胞脆性增加，容易发生溶血性贫血。④营养：膳食中某种营养素如脂肪摄入量过多，使妇女发生乳腺癌的相对危险度增加。又如孕妇严重营养不良，以致影响胎儿生长发育。除了易发生流产和早产外，出生的婴儿常为低出生体重儿(即高危儿中的一种)。⑤健康状况：体弱有病者易受有害因素的影响，如慢性心肺疾病患者对大气中二氧化硫污染特别敏感。

文化教育、个人生活方式等社会因素，也可影响个体是否属于高危。

鉴于高危人群对有害因素的这种敏感性，故在监测各种有害因素和制订生产环境及生活环境中有害因素的卫生标准时，应以高危人群为主要对象。

职业接触某些危害因素使接触者产生职业性病损，取决于接触者，职业危害因素的存在及其作用条件。即使是处于同一生产环境，从事同种生产劳动的人群，可能受到职业病损的机会差别极大。这种个体差异除了前述的五种因素外，还受到生活习惯和文化程度等的影响。例如，吸烟可以极大地增强石棉的致肺癌作用，饮酒使肝毒物质如四氯化碳的毒作用增强。又如，有一定文化科学知识的人，能自觉理解和遵守预防措施，在一定程度上减轻职业危害因素的影响。以上各种因素，总称为个体危险因素。凡存在这些危险因素中的一种或一种以上的人群，易罹患职业性病损，称为某种职业的高危人群。他们受职业危害的作用早而剧烈，故是预防工作中的重要环节。

凡妊娠、分娩对孕产妇或胎婴儿比正常人有较高危险性的妊娠称高危妊娠。从广义上说，高危妊娠几乎包括所有的病理产科：①孕妇原有某些较为严重的内科疾病；如原发性高血压、心脏病、肾脏病、糖尿病、贫血、肥胖病等。②过去有不良分娩史：如习惯性流产或早产、死胎、死产、新生儿死亡、新生儿产伤或留有某些后遗症。③妊娠前有妇科疾病：如妇产科手术史、长期不孕史、生殖道畸形或肿瘤和子宫内膜异位症等。④妊娠异常：如并发妊娠中毒症、羊水过多或过少、前置胎盘早期剥离、胎儿发育迟缓、胎位不正和骨盆狭窄等。⑤其他：如高年初产、身材过矮(<150cm)，过瘦(<45kg)、过胖(>85kg)和脊柱畸形等。

狭义的高危妊娠系指妊娠后期胎儿有了宫内死亡危险，但通过较好的产科处理，能降低胎儿、新生儿死亡率的这些妊娠称高危妊娠，包括糖尿病、心脏病、慢性肾炎、原发性高血压合并妊娠、妊娠中毒症及其他原因引起的胎儿子宫内生长迟缓、母儿血型不合和过期妊娠等。

高危妊娠中对孕妇有较高危险的称高危孕妇，对胎儿有较高危险的称高危胎儿。目前在发达国家中，孕产妇的围生期死亡率约为20/10万，围生儿的死亡率约为15%，后者为前者的750倍。故应将高危妊娠的监护重点放在胎婴儿。高危妊娠对胎婴儿的危害主要是早产，早产儿存活力不足，可因胎儿、胎盘功能减退引起胎儿子宫内缺氧及死亡。低出生体重儿(婴儿出生体重，在生后1h内测定不足2500g者)也属于高危婴儿(见“高危婴儿”条)。

高危人群的健康检查，应根据不同人群的特点，系统地进行，并将高危人群列入优先地位，按需要确定其检查项目及增加检查次数，以便及早采取干预措施。对某些高危人群还应开展调查研究，进一步实施预防。

生物监测

生物监测(biological monitoring)是对人体体液材料、细胞、分泌物、排泄物及呼出气中毒物或代谢物的含量，进行有计划、有规律的定时测量和评定，并对机体在生理范围内所产生的某些生物效应，与适当的参数值比较，以评价个体和人群对环境中化学物的接触程度及预测其对健康的危险性。它与生物材料检测有区别，后者是

有目的地测定人体任何一种组织、器官、体液或排泄物等生物材料中的化学物原形或其代谢物数量，以了解接触者对这些化学物的摄取量，即所测化学物在体内的负荷，为评价环境污染和健康危害提供依据。生物材料监测可包括人体(存活或死亡者)的一切生物材料的监测，因此也适用于法医检测；生物监测则指监测被检者易于接受的、无损伤性的生物材料(多为血、尿、呼出气等)。生物材料监测不必严格规定人群或个体与化学物接触时间的长短，而生物监测的研究对象则必定是已经有相当长时间的接触，且监测时仍在继续接触中的个体和人群，以评定接触者的接触水平和环境中化学物的污染程度及其动态过程，从而为制订控制有害物质的卫生标准提供依据；或与已有的生物接触限值比较，以评判环境的卫生状况及对健康的潜在危害，提出预防和改进措施，保障接触人员的健康，属第一级预防措施；生物监测中的某些生物效应，往往早于化学物对健康产生有害效应之前，因此它不同于健康监护、早期病损或职业病诊断。生物材料监测是生物监测的基础，并适用于第一、二、三级预防措施之中。

随着测量仪器的发展，分析技术的提高，生物监测的应用日益广泛，它比环境监测的优越在于：①能反映毒物经多种途径(呼吸道、皮肤、消化道等)入体的摄取总量。②既排除了颗粒状化学物在上呼吸道不完全吸收的影响，又包含了工人劳动强度、工作时间、卫生习惯和防护措施等因素的影响。所测得的数据，有助于估计个体的接触"剂量"，能反映出多因素接触、间断接触和连续接触的总效应。③有助于了解毒物在体内的"行为状态"(吸收、分布、生物转化和排泄的毒物动力学过程)及蓄积的久暂、靶器官的负荷、剂量与效应、剂量与反应等生物效应的关系。④可反映个体对毒物的代谢差异，有助于检出易感者和监测高危人群。近年来，生物监测在化学致癌物接触的应用中受到了众多重视和发展。生物监测是环境监测的重要补充，但又不能取而代之。

采样时间的确定 生物监测目的之一是估测化学物在体内的负荷，重点了解高度浓集的部位，尤其是靶器官。为此必须了解化学物在体内的动力学特性。如生物半减期长的毒物，如铅、镉、汞、锰在血中浓度可达到一个稳态状，此即反映毒物每天的摄入和排出，基本上呈平衡状态，在这种稳态接触状况下，只要采样一次和少数样品，就能了解血和尿中的量。又如某些半减期短的毒物，血中浓度变化很快，所采集的样品，仅能反映近期内的接触。为了得到满意的结果，采样时间要有严格规定和标准化，脂溶性的有机溶剂在血液和血管丰富的器官中的半减期很短，它们主要蓄积在脂肪组织中，停止接触后慢慢释放。若接触时间超过数天，采样时间以停止接触后16—18h为宜，因为脂溶性有机溶剂的半减期大致为10—20h左右。然而，许多化学毒物有几个连续的半减期，反映了在体内不同脏器中的分布状况，此时，采样时间的确定，相对就较困难。

样品的类别 在生物监测中，以采集尿和血为主，血比尿更能反映体内毒物的负荷，绝大多数化学物均可通过测定血中的含量来估测机体的总体接触程度，但在血样采集时困难较大，在生物监测中尿是较易得到的样品，具有反覆、连续取样的优点，研究动力学过程的较好方法是测定尿中的化学物原形和其代谢物。

头发样品适用于测定多种金属，其采集比血和尿更方便，但它只能反映几个月前的接触状况。头发中的微量元素，除了存在内源性掺入的因素外，还有外源性的污染，如空气中的粉尘、洗头膏液和染发材料。有资料表明沉积在头发上的某些金属可被吸收而与SH基团结合，故很难区别是内源性的含量还是外源性的污染；无机铅、镉、锰、铜、镁、锌等在效应器官中的含量与头发中的量没有很好的相关关系，因此，要严格地控制污染源还有不少困难。

近年来对测定呼出气中化学毒物的研究蓬勃发展，可应用于接触挥发性毒物，如气体、溶剂、挥发性镍衍生物(如羰基镍)及镭的子代产物如氡，它能较好地反映人体的接触状况，目前常以终末呼出气代表肺泡气，采集的容器有两端具活塞的细玻璃管、50ml或100ml注射器，塑料袋等，目前多限于志愿者实验性研究，实际中的应用还有待进一步改进和方法的规范化、标准化。

生物效应的监测 测定具有特异性的和不完全特异性的、在生理范围内的生物效应指标，可提供潜在健康危害的早期信息，旨在防止化学物对机体健康造成进一步的有害影响，如接触有机磷化合物后的血中胆碱酯酶活性，铅接触后的血ALA-D、ZPP、FEP及尿ALA等(见"铅"条)；一氧化碳接触后的碳氧血红蛋白含量以及接触化学致癌物后的细胞遗传学改变等生物效应监测，可以代替监测化学物本身或其代谢产物。从概念上应严格区别生物效应监测与健康监护；事实上，在大多数情况下，后者是前者的延续和发展。从现有的科技水平来说，目前大多数的生物效应监测指标还缺乏相应的特异性。

误差来源 生物监测和其他化学分析一样，存在着各种误差。一般误差主要来自方法本身、所用的仪器设备和操作人员的技术水平。

许多结果的离散是发生在分析之前，由于生理波动，动力学和环境因素的影响，也有来自采样的误差，即总变异的重要部分。所有这些误差，均可通过操作人员的努力，降低到尽量小的程度。

(1) 生理和环境因素的影响：体位可影响化学物在外周血中的浓度，在立位时水分可从血管中渗出，化学物易吸附在细胞和生物大分子上，显示出浓缩状态；斜躺时则相反，这种误差，在健康人中可达10%，而有的病人，其误差可大于健康人的数值，这种现象也在采血时因使用压脉带时间过长时见到。

(2) 昼夜节律的变化：许多化学物显示出昼夜间的

浓度差，如尿汞在晨尿中最高，甲醛及其代谢物甲酸、甲苯的代谢物马尿酸等也有昼夜变化。目前有关这种变化的规律性研究还不多。

(3) 尿的容量：排尿的数量主要取决于体内的含水量多少，各种影响因素对不同化学物在尿中浓度变化的缘由，目前还未完全解决。如化学物在尿中浓度的校正，用比重还是用肌酐浓度，意见不一。多数认为用尿的肌酐浓度进行校正较为合理，但有时误差仍然很大，应随不同情况采用不同的校正方式。

(4) 饮食成分：饮食是人体内许多化学物的重要来源，尿中微量元素的浓度和饮食成分密切相关，尿中大量的有机化合物，如酚、甲酚、马尿酸、扁桃酸等等均与不同食物成分有联系。

(5) 环境污染：职业性接触的生物监测必须考虑环境污染的影响。如监测血中的镉、汞、铅等就需有当地无职业接触居民的参照值。

(6) 吸烟：纸烟的烟中含有一氧化碳、氰化氢、镉等，进行与这些化合物有关的生物监测时，须考虑这些方面的误差。

(7) 个体的生理波动：属于标准化的采样方法，必须考虑生理范围的波动。采样时间的标准化十分重要，多数定在早晨，这不仅涉及到昼夜变化的影响，也涉及饮食后的误差。采样前数小时，工人要避免剧烈的体力劳动。譬如采血前，要求工人安静坐位15min，止血带使用时间不宜超过1min。

(8) 动力学变异因素：外源性化学物在体液中的浓度很少表现为稳定状态，它总是随接触程度而波动，因此采样时间是一个重要影响因素，如果要测的是一种易经皮肤吸收的化学物质，那么从生物监测的手段来衡量其接触程度比环境监测的方法要优越得多。然而，此时肘静脉采的血样常不能代表全身的状况，只能反映局部的吸收浓度，这也是一种误差的来源。

样本的采集和贮存 样本采集和贮存过程中发生误差的原因，可能是污染，化学物质的变性、蒸发、沉淀和容器表面的吸附。由于各种化学物的性质差异极大，因此，这一系列因素的影响程度也就各不一样。

(1) 污染：在微量元素的分析中，污染是误差的重要来源。可能来自工作环境中的空气、实验室容器、分析试剂和检测仪器。如受车间环境空气的污染，所得结果的偏高程度较大：工人的服装、皮肤都沉积有粉尘，常常难以洗刷彻底。采血样测定微量元素时，采静脉血比采指端血污染的机会较少。而尿样遭受污染的可能性比血样更大，尿样的采集应规定工人淋浴和换洗衣服后肯定无污染状况下采集。现已查明铬、镍、镁、钴可由废旧的不锈钢针中渗到血样中去，这是一种重要的污染源，如果没有铂制和塑料制的针，那么采取血样的最初部分应弃而不用。玻璃和塑料制品容器中，往往也会有许多微量元素，其中某些元素可渗入到水、尿和血样中，所用容器和吸管等必须先用酸性溶液或酸性肥皂处理清洗。

(2) 变性：化学物质贮存过程中变性，多数发生在有机化合物。冷藏特别是冷冻可提高许多物质的稳定性。贮存前应进行稳定性测试。

(3) 蒸发：许多有机溶剂均具有挥发性，并会从密闭容器中逸出，冷却可明显减少这种损失。

(4) 沉淀和容器表面的吸附：尿液中的尿酸和磷酸，常因过饱和状态，在贮存过程中沉淀而遭损失。某些微量元素可与无机盐一起发生沉淀或被晶体表面所吸附。通常尿液的酸化贮存，可减少微量元素因沉淀所致的损失，也可防止容器表面的吸附。

质量控制 质量控制是指采取相应措施以保证所得实验结果的可靠性。内部质量控制是在实验室范围内需有评价分析结果的一系列程序，是样本分析中对每一分析步骤的质量控制，所得结果与预先制定的容许值进行比较。没有系列的内部质量控制，任何实验结果均不可信。

外部质量控制是由实验室以外的机构，客观地检验相关实验室间分析结果的一致性所采取的系列措施，以使每一实验室的结果相互间具有可比性。这种外部质量控制在临床化学实验室已列为常规步骤，但对生物监测来说，在许多国家尚未形成制度。目前，某些国家已开始制订外部质量控制程序。

生物接触指数 首先倡导生物监测的Elkins于1967年提出了生物接触限值的概念(BELS)，作为生物监测结果的基准。1973年美国政府工业卫生学家协会(ACGIH)组编的接触限值手册的前言中采纳了这一概念。1984年，又易名为生物接触指数(BEIS)，并在1984—1985阈限值(TLV)手册中专列一章"介绍生物接触指数"，初步颁布了6种空气中化学物(一氧化碳、乙基苯、苯乙烯单体、甲苯、三氯乙烯和二甲苯)的BEI，此后逐年增加，至1989—1990年，已颁布19项，拟制订的有7项。BEI是判别超标准接触的临界值，它的使用必须按照特定文件中的说明。中国近年也开展了这方面的研究工作。

营养监测

营养监测是在人群中发现和研究一种或多种营养素不足、缺乏或过多和解决办法。监测的重点在发展中国家是人群中的蛋白质热能缺乏症、维生素A缺乏症、碘缺乏症、铁缺乏症和消化道感染等；在发达国家则是营养过剩、肥胖、高胆固醇症、高血压等。

营养监测的目的及主要指标 营养监测是一个连续和不断循环的过程，即通过收集数据以发现营养不足或过多，经过分析和评价，采取措施加以改善；再进行下一次营养监测，以证实改善措施是否有效。

(1) 营养监测的目的：①为制订规划和政策收集资

料，如用于研究和改进营养问题，制订国家营养规划等。②为地方制订营养改善项目和措施服务。儿童的生长发育是一个非常复杂的过程，监测的结果有时只适用于局部地区，特别是少数民族地区的资料尤为如此。③预测食物是否短缺，这种监测适用于营养状况发生急剧变化时，特别在干旱条件下食物短缺或战争时。

(2) 营养监测的指标：营养监测的指标很多，但在实际工作中只能选择一些比较实用的项目，包括：①人体测量指标：有身高、体重、上臂围、皮下脂肪厚度等。其中皮下脂肪厚度不易标准化，故较少单独使用。体重系肌肉发达所致，故可同时用上臂围及其皮褶厚度来评价。人体测量指标易于掌握，简单方便，故较易开展，但它仅为营养不良的结果或表现，故需要一个适当的人群参考标准进行比较。②生化指标：检测生化指标可以比较明确地提出膳食缺乏什么营养素，但检测中有一定困难，如经济上耗费大，要有熟练的技术人员和特殊的仪器设备，且样品的采集和保存均要有特殊的要求，特别是幼儿抽血很难说服亲属允诺。此外，有时血清中某种营养素的水平不一定能真实地反映其体内贮存情况，如血清维生素A水平与肝中含量就不平行。③临床指标：有些营养缺乏症如维生素A、严重的蛋白质热能不良和佝偻病等有特殊的临床指征，而其他一些营养不良则多为亚临床型，很难明确判断。有时，即使由技术良好的人员操作，判断结果时也往往带有较大的主观性，因此现在已常用人体测量指标和生化指标来替代临床指标。④膳食指标：由膳食调查而得。膳食调查可以采用24h回顾法、记帐法或称量法。通过膳食调查得到人体营养状况的总体印象，并制订出干预措施和宣教要点。但膳食调查仅是针对一个群体总的状况而言，并非针对某一个体。⑤社会经济状况指标：如被调查者的性别、年龄、居住城市或乡村、民族、户主职业、家庭收入、文化程度、医疗保健类型等。这些指标有助于情况分析，但个别指标如经济收入、支出很难了解到实际情况，必需通过多种渠道来解决。

(3) 标准的选用：标准是用来阐明营养监测指标的测定结果。①生长发育标准：这是一个常用的反映人体生长发育的标准，问题是采用国家标准、国际标准还是其他标准。地方标准或国家标准比较适用于地区或国家具体情况，其缺点是不能与其他国家进行比较。此外，随着时间推移，人群健康状况逐步改善，其标准值也在发生变化。中国现在尚无国家标准，但有公认的1985年《十省城市7岁以下和南方农村7岁以下正常男、女儿童体格发育衡量值》。国际标准即WHO的现行标准(原为美国国家卫生统计中心(NCHS)的标准)。它是国际公认的儿童生长发育的最高水平。对儿童生长发育是用高标准或低标准来评价，目前还有争论。如有人用小鼠进行试验，一般营养状况的小鼠比肥胖的长寿，但其习性有些孤僻。此例说明生活有两个目的，一是长寿，一是身心的健康。②其他标准有：血红蛋白(血红蛋白的值就象身高／体重一样是逐渐上升的，所以最好是用随年龄而增加的平滑曲线。目前，只有个别国家在向这个方向努力)；食物成分(食物成分因作物的品种、地区、气候、土壤、肥料、田间管理等条件的不同，不同地区同一作物的成分间也会有很大的差异，故应因地制宜)；推荐每日供给量，供给量是以能满足一个国家多数人的需要来制定的，但在标准的高低的选择方面各国间有差异。在评价人群的营养状况时，不仅要评价指标本身，还应评价其标准。指标和标准是灵活的、不可能一成不变。营养监测时，不仅是需要绝对数据，主要的是探明现况的倾向。因此，在营养监测过程中，应尽量仔细地进行测量，而在评价时则应灵活应用。

营养监测的实施 从以下两方面进行。

(1) 制订计划：此时应考虑：①以往存在的问题。②用什么干预措施是可行的。③明确什么单位或人员具体承担营养干预措施工作。④需要讨论、研究的营养问题。⑤使资料能够充分利用，并为实际工作服务

(2) 监测执行过程中的有关资料的：①数据类型：如监测对象中存在蛋白质热能不足时，宜选用一些人体测量学方法的指标；缺铁时可选用血红蛋白及红细胞压积等指标。监测指标越少，越易进行。②数据来源：一种是实际调查，一种是向基层卫生保健网索取。两者均可。③资料收集：当资料来源于实际调查工作时，事先要认真培训调查干部，掌握调查手段。如资料来自基层卫生保健网，要协助解决其临床工作量及其所遇到的困难，务使资料准确无误。④数据分析：可在某一局部地区进行，也可在县、市水平进行；最后在国家级水平进行。无论在哪一级水平进行，均宜选用国家或国际通用标准。⑤数据利用：宜在营养监测实施前就与有关部门或有关政策制定者取得联系，使他们日后能更好地利用监测结果；有时还可获得工作上的一些经济支持。

(3) 营养监测实施：事先拟定本次营养监测的各种表格，通过干部培训，由基层卫生保健网的工作人员填写，然后在该部门或当地进行统计分析，将结果上报给领导部门汇总。经过本项工作，不但可以取得营养监测的结果，还可改善基层卫生人员及临床工作者对保健工作的一些观念，以利于动员更多的人参加到营养监测工作中来。

营养监测工作评价 营养监测是卫生保健的一环，应每隔一段时间(一般为3年)进行一次总的评价。以利改进工作。

(1) 通过监测，分析揭示问题的重要性：主要依据三个标准来考虑：①某一营养不足或缺乏病的例数。②通过对有关营养不足或缺乏导致的死亡率、伤残情况及治疗费用来估计其危害性。③开展相应预防措施的可行性。

经过综合评价，可以调整营养监测工作项目及程序，如将存在问题分为主要、次要；急、慢性；长期、短期等类

别,制订相应步骤加以解决.

(2) 描述及评价营养监测工作: ①目标是否达到: 目标是收集资料和发现问题; 设计营养改善项目和评价项目以及发现新问题。②工作中使用指标与存在问题的验证; 有些指标如蛋白质热能不足用人体测量指标、缺铁性贫血用血红蛋白的测定等都是很成熟的; 另有些指标如维生素A、佝偻病等就难于及时、准确判断, 需要继续深入探索。③资料的收集与分析: 通过报告、会议或文件等形式向有关部门或上级机关反映, 同级单位间还应组织一定的交流形式, 互通情报。

(3) 监测工作的实用效果评价: 可以实例说明那些工作或资料是有实效的, 以利进一步充实、提高。

(4) 监测工作质量的评价: 有以下指标: ①简单性: 主要是为了易于开展和节省费用。应注意: 在有代表性的质量指标前提下, 样品量尽量地少; 每一问题, 最好只用一个指标; 仪器设备要便于携带及应用; 分析资料及报告也宜简便表达。②灵活性: 指在收集资料时, 工作上要作相应的调整。③可接受性: 指被监测人群或地区参与的程度。④灵敏性: 这是指监测工作要将监测的中心问题确定下来, 再通过独立的指标去进行和比较。⑤特异性: 它可显示监测工作能反映实际情况的程度。⑥代表性: 系指监测工作反映实际情况的能力, 其代表性的高低是根据监测工作预定目标而定。在监测工作中应有一些具体目标反映高危人群的问题, 这是因为中国有的营养不足或缺乏具有较明显的地区局限性。⑦及时性: 是指需要多少时间才能完成资料的收集和分析工作, 尤对疾病暴发流行时需要在尽量短的时间内得出结果, 以利制订控制措施。

(5) 应用监测工作所需经费的评价: 评价营养监测工作的效益可用经费及效益两方面来衡量。在一般情况下, 随着投入的人力、物力和财力增加, 效益也会相应提高。但当达到了一个临界点后, 更大的投入也不会取得相应的效益。

疾病监测和预报

疾病监测即对疾病长期、持续和系统的研究, 以观察疾病在人群中的分布规律、发生、发展趋势, 从而选择重点, 开展预防措施。

疾病监测内容有: ①发病率和死亡率报告。②现场暴发流行和个案报告。③实验室分离的病原。④应用计划免疫、杀虫、灭鼠、消毒等措施后的效果研究。⑤人群中一部分人的免疫、易感水平。⑥其他有关流行病学材料。研究的方法除了用描述流行病学外, 还可应用血清流行病学和分子流行病学的方法。

中国已有 30 个省、自治区、直辖市成立了 71 个城市和农村监测点, 监测的人口达 1 000 万人。目前正在不断增加扩大中。通过这项工作, 积累了大量发病率和死亡率以及卫生状况的资料; 提高了卫生防疫水平; 开始了疾病趋势的预测预报

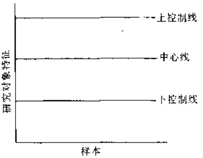
疾病预报是在监测基础上开展的一项工作, 必须"居安思危, 防微杜渐"。对于可能增长的疾病必须尽早采取措施; 而对可能下降的疾病要促其控制和消灭; 对国内可能带出、国外可能带入的疾病则要采取必要的检疫措施。

疾病预报的方法目前还处于比较低的水平。①利用以往流行病学资料, 推测疾病的周期性、季节性和容易发病的年龄等。②用回归方法算出回归式后再作适当外延。③应用控制图进行预测。目前常用的控制图有三种:

常用的三种控制图

类型	分布	中心线	上控制限	下控制限
率	二项	$\bar{p}$	$\bar{p}+3\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}}$	$\bar{p}-3\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}}$
常数	布阿松	$\bar{c}$	$\bar{c}+3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c}-3\sqrt{\bar{c}}$
中位	非参数	M	M+99%上限	M−99%下限

常用控制图形式如下图:



例 应用布阿松常数控制图曾观察某地脊髓灰质炎暴发流行。当平均每周病例数超出上控制线时, 即表示脊髓灰质炎在当地的流行(图 1)。

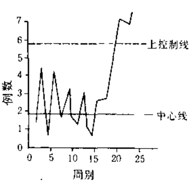


图 1 脊髓灰质炎常数控制图的应用

控制图上限＝每年平均病例数＋$t_{0.01}\sqrt{平均例数}$

卫生事业管理

管理学基础

卫生管理学基础

卫生管理学(health administration)基础主要阐述卫生管理工作中普遍应用的基本管理理论、知识和方法。

根据医学科学本身发展以及人民对卫生保健的需求，要求政府管理部门在卫生事业方面有较大投资，但较大投资与现有有限的物质资源之间又存在着明显矛盾，这就要求从宏观上加以调节，把有限的资源进行合理分配，以尽可能少的投资而获得最大产出(outcome)。要做到这一点，就必须通过管理的现代化才能实现。在医学的各个微观领域中也同样存在上述问题，因而也需要通过管理手段来进一步提高效率和效益。卫生管理学基础就是为上述目的为各专业管理领域提供带有共性的知识。

卫生管理学基础通常从管理过程中的管理职能角度来阐述管理的基本理论和原理。管理职能一般有五种：

计划职能 各级主管人员均有制订计划的责任，其不同仅在于计划工作的复杂程度和涉及范围大小。这与各级主管人员所担负的职权大小和管辖范围有一定关系。计划工作有广义和狭义之分。广义的计划工作包括计划的制订、执行和控制三个阶段。狭义的计划工作仅仅指计划的制订。

计划工作的任务是在利用人员、设备、经费、条件以求实现特定目标的同时，最大限度地减少风险，即在制订计划时不仅选好目标，还包括选好实现目标的途径以及考虑在未来执行过程中内外环境因素的影响。所以计划工作更多地依靠预测和分析。由此可见，计划工作是一项需要智力的过程，是有意识地决定行为的过程。其中应广泛征求意见或通过论证来最后确定。

由于计划是未来的行动方案，要适宜于在未来预期环境中执行。所以要制订一个完善而可行的计划，必须遵循科学的计划制订程序，这种程序通常有八个步骤，如图 1。

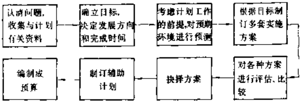


图 1 计划工作的步骤

尽管遵循上述程序来制订计划，对某些不肯定因素给计划带来可能的影响作了预测，但难免还会发生问题。所以在计划制订和执行时还要注意两个问题。①计划应留有余地，应有弹性。对可能发生的紧急情况和突发事件备有应变方案。这样才能由被动变为主动，减少损失。②计划执行过程中，不断检查实施情况，及时发现问题并予以纠正。一个素质良好的主管人员，往往能发现将要发生的麻烦，从而提出对策，防患于未然，这是最理想的，也是努力方向。

计划种类很多，有不同的分类方法。一般说来每个组织均制订有长期计划或中期计划与短期计划。其他各种计划的计划目标必须与长期计划目标或中期计划目标相一致，各计划之间必须相互衔接并具有连续性，这样才能保证最终目标的实现。所以每个主管人员在制订每一个计划时，都要自问一下，这个计划对长期计划有什么贡献？这样就可以防止计划的脱节。

组织职能 组织乃是对人与事作有效的组合。为使管理活动能有条不紊、有效地进行，必须对组织内所有管理活动作出归类，并划分部门确定职位，然后配以相应的人员，这样每项管理活动都有人负责，每个人都有职与责，彼此间既有分工又有合作，既有纵向沟通又有横向协调，构成一个有机的整体——组织。成立组织的目的是使群体活动在明确的分工和统一指挥的前提下进行高效率的作业，充分发挥群体优势，促使目标的顺利实现。由此可见，组织是实现目标的一种工具。

随着社会的发展，组织机构的规模和结构日趋扩大和复杂，故组织形式也经历了相应变化，从简单的直线职能制组织形式，到矩阵管理制和事业部制组织形式。从部门的划分上由按管理职能的划分演变到按提供服务(产品)、通过销售渠道、按地区划分等，这些都是为了适应社会需求。因此，选择哪一种组织结构形式及如何划分部门，应视组织机构的性质和何种形式最有利于其组织目

卫生管理学基础

卫生管理学(health administration)基础主要阐述卫生管理工作中普遍应用的基本管理理论、知识和方法。

根据医学科学本身发展以及人民对卫生保健的需求，要求政府管理部门在卫生事业方面有较大投资、但较大投资与现有有限的物质资源之间又存在着明显矛盾，这就要求从宏观上加以调节，把有限的资源进行合理分配，以尽可能少的投资而获得最大产出(outcome)。要做到这一点，就必须通过管理的现代化才能实现。在医学的各个微观领域中也同样存在上述问题，因而也需要通过管理手段来进一步提高效率和效益。卫生管理学基础就是为上述目的为各专业管理领域提供带有共性的知识。

卫生管理学基础通常从管理过程中的管理职能角度来阐述管理的基本理论和原理。管理职能一般有五种：

计划职能 各级主管人员均有制订计划的责任，其不同仅在于计划工作的复杂程度和涉及范围大小。这与各级主管人员所担负的职权大小和管辖范围有一定关系。计划工作有广义和狭义之分。广义的计划工作包括计划的制订、执行和控制三个阶段。狭义的计划工作仅仅指计划的制订。

计划工作的任务是在利用人员、设备、经费、条件以求实现特定目标的同时，最大限度地减少风险，即在制订计划时不仅选好目标，还包括选好实现目标的途径以及考虑在未来执行过程中内外环境因素的影响。所以计划工作更多地依靠预测和分析。由此可见，计划工作是一项需要智力的过程，是有意识地决定行为的过程。其中应广泛征求意见或通过论证来最后确定。

由于计划是未来的行动方案，要适宜于在未来预期环境中执行。所以要制订一个完善而可行的计划，必须遵循科学的计划制订程序，这种程序通常有八个步骤，如图1。

尽管遵循上述程序来制订计划，对某些不肯定因素给计划带来可能的影响作了预测，但难免还会发生问题。所以在计划制订和执行时还要注意两个问题。①计划应留有余地，应有弹性。对可能发生的紧急情况和突发事件

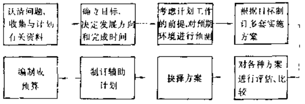


图1 计划工作的步骤

备有应变方案。这样才能由被动变为主动，减少损失。②计划执行过程中，不断检查实施情况，及时发现问题并予以纠正 一个素质良好的主管人员，往往能发现将要发生的麻烦，从而提出对策，防患于未然，这是最理想的，也是努力方向。

计划种类很多，有不同的分类方法。一般说来每个组织均制订有长期计划或中期计划与短期计划。其他各种计划的计划目标必须与长期计划目标或中期计划目标相一致，各计划之间必须相互衔接并具有连续性，这样才能保证最终目标的实现。所以每个主管人员在制订每一个计划时，都要自问一下，这个计划对长期计划有什么贡献？这样就可以防止计划的脱节。

组织职能 组织乃是对人与事作有效的组合。为使管理活动能有条不紊、有效地进行，必须对组织内所有管理活动作出归类，并划分部门确定职位，然后配以相应的人员，这样每项管理活动都有人负责，每个人都有职与责，彼此间既有分工又有合作，既有纵向沟通又有横向协调、构成一个有机的整体——组织。成立组织的目的是使群体活动在明确的分工和统一指挥的前提下进行高效率的作业，充分发挥群体优势，促使目标的顺利实现。由此可见，组织是实现目标的一种工具。

随着社会的发展，组织机构的规模和结构日趋扩大和复杂，故组织形式也经历了相应变化，从简单的直线职能制组织形式，到矩阵管理制和事业部制组织形式。从部门的划分上由按管理职能的划分演变到按提供服务(产品)、通过销售渠道、按地区划分等，这些都是为了适应社会需求。因此，选择哪一种组织结构形式及如何划分部门，应视组织机构的性质和何种形式最有利于其组织目

标的实现而定。

组织内管理层次的多少与规模的大小和管理的跨度有一定关系。管理跨度与层次正好呈反比关系。管理跨度过宽会使主管人员负担过重，大量时间花费在事务性工作上，影响抓主要工作。据研究发现，随着管辖人数增加，其间的彼此关系数系按$C=n[2^{n-1}+(n-1)]$公式递增(其中C代表关系数，n代表下属人数)。所以，管理学家通常认为管理跨度不宜过宽。管理层次增加可以在一定程度上减少管理跨度，但层次过多会影响组织机构的效率。所以一个组织在层次数与管理跨度之间必须求得某种适度，才能发挥组织的最大作用。

组织内部的管理是采用集权管理还是分权管理是又一个问题。集权管理是指一切决定权由高级管理人员掌握的管理方式，而分权管理是指很多决定权不集中在高级管理人员，而被委派给中、低级管理人员。两种不同管理模式都有其利弊。但目前这种绝对的集权管理已很少见，多数都是采用程度不等的分权管理方式。分权管理就要涉及到授权问题。授权通常遵循这样原则：对一个部门主管人员的授权应以部门事务为限；对员工的授权应以完成其工作任务所必须的职权为限。按此原则既可防止授权过度又可避免授权不足，有利于主管人员和员工的工作主动性和创造性的发挥。

所以一个良好的组织结构必定是层次结构合理、部门授权明确、职责分明，既便于纵向的统一领导，又有利于横向配合协调。部门与全体成员都有明确目标，信息能在组织内迅速传递，从而保证组织对内外环境变化能及时而准确地作出反应。

人事职能 人是管理对象中最重要的要素之一，是任何组织中最宝贵的资源。所以人事问题，尤其是主管人员的任用已成为当今管理工作中重要问题。为了获得优秀的主管人员和确保组织始终拥有一批优秀的主管人员，首先要确立各级主管人员的任用标准。标准包含品德、素质和才能三方面。选拔主管人员通常有两条途径，一是从内部人员中挑选，通过对其政绩的考核，上级主管人员的评价和群众评议，对照设立的标准决定此人是否符合主管人员的要求。另一是从外部人员中挑选，其基本做法有笔试、口试以及其他多种测试(如智力测试，熟练和适应性测试、职业测试、品格测试等)，当然还可了解学历、经历和档案评语等，以综合评定是否适宜于担任主管人员的工作。只有通过严格的选拔程序，主管人员的质量才能得到保证，并避免用人上的失误和弊病。

当前，知识更新速度越来越快，要使各级主管人员始终掌握最新的管理理论和管理技术，则人员的培训或继续教育必不可少，它是提高主管人员政治素质、业务水平和管理能力的有力措施。首先要制订培训计划，做到有计划有步骤地进行。培训的主要方法为理论培训，包括新技术学习、职务轮换和在副职上培训等，这不仅可使主管人员的知识获得更新，而且可以取得更多的管理经验，从而使主管人员把本职工作做得更好，而且也有利于为更高层次培养后备人才。这样组织就不会发生后继无人或人才枯竭的危机。

人力资源不同于物和财等资源，其效率与效益的发挥具有很大弹性。如何充分发挥人的潜在能力，从管理角度看，首先是合理使用人才，用其所长，避其所短，使他(她)处于最能发挥才能的职位上，否则就会造成英雄无用武之地。其二是权、责、利必须一致。其三是要注意个人目标与组织目标的统一，只有在完成组织目标的同时，个人目标也得以达到，对发挥人的潜在能力才具有一定作用。

主管人员业绩考核是人事管理中重要一环。奖优罚劣是促使人们做好工作的有力措施。考核方法随工作性质不同而不完全一样。

领导职能 领导乃是一种社会性的活动和行为，是人类社会群体活动的必然产物。领导活动则是对一个组织起来的集体，为确立目标和实现目标所进行的活动施加影响的过程。

领导者是领导活动的体现者，通过他的权力和影响力实施领导。领导者的责任，归结起来主要是出主意、用干部两件事，一切计划、决议、命令、指示等等，都属于"出主意"。要使一切主意付诸实施，必须团结干部，推动他们去做，属于"用人"。从管理学角度出发，领导者的主要任务有如下几项：①确立组织目标、制订方针政策。②对全局性问题和例外事件作出决策。③协调人际关系和部门之间工作。④运用激励理论，调动组织成员的工作积极性。⑤沟通纵向和横向之间联络渠道，使意见、信息等在通路中能迅速、准确地传递。

不同的领导者对同样问题的处理，有的取得很好结果，有的甚至完全失败，这除了与领导者的领导能力有关之外，与领导艺术也有关系。所以作为一个领导者在学习和掌握领导科学的方法和原理之外，还必须学习领导艺术，使领导科学与领导艺术完美地结合，才能创造最佳的领导效果。

控制职能 控制为组织目标的实现提供保证。虽然计划制订过程中对预期环境中影响因素作了预测，但是在执行时还会受到某些不可控制因素的影响，所以必须采取控制措施。作为一个主管人员要完成好控制职能，必须具备两个前提条件。一是要有明确计划，计划制订得越明确、全面和完整，越有利于控制职能的发挥。因为计划中所订各项标准就是控制的依据，原因就在于此。其二是组织机构要健全。这个健全意味着组织内部分工明确，职责清楚，一旦出现偏离计划的情况，能够很快查清谁应对此负责，谁应该负责去纠正。这就使控制工作落到了实处。

控制工作的基本过程有三步：①确立标准。②衡量成效。③纠正偏差。控制工作的类型有如下三种(图2)：①现场控制。②反馈控制。③前馈控制。

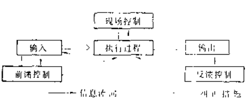


图 2 现场、反馈、前馈控制示意图

鉴于控制工作的重要性，所以每个组织必须设立专门机构，配备合格人员，运用先进控制技术和方法，不断提高控制工作水平。

系统分析

系统是指极其复杂的研究对象，即由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体。卫生系统是由许多相关联的因素、环节和部门组成的有机整体，该系统的五个要素是人、财、物、任务和信息。是旨在组织、分配和利用现有的社会资源为全社会提供卫生保健服务，以不断提高整个人群享有保健水平，增进健康为目标的系统。

系统分析就是从全局观念出发，运用系统方法学对系统目标进行综合研究，找出可行方案，通过对比和权衡以求达到系统目标所选出的合理优化方案的过程。系统分析的基本要素有：目的、可行方案、模型、费用、效果和评价标准。在卫生事业中系统分析方法所运用的学科知识有社会科学、经济学、运筹学、人口学、医学、流行病学、统计学和电子计算机等。近年来，系统分析在卫生事业中的应用日益广泛，如在制定卫生经费发展规划、卫生管理、卫生服务、医院信息和防治疾病策略上的应用等。

卫生事业系统分析过程可分为四个步骤：

（1）分析问题，确定优先：在整个卫生系统中，可分为众多的、各有既定职能和目标的子系统，而所有的子系统都是服从于整个系统目标的。在系统中存在着许多问题，如疾病谱的改变，初级卫生保健制度的改革和巩固，公费劳保医疗制度的改革，人口老年化，环境污染等。在特定系统（或子系统）所存在的问题中，首先应对问题本身进行调查研究，运用适当的调查方法和技术，搜集信息，进行分析，找出问题产生的根本原因和影响因素，并结合当时的卫生政策方针，找出急需解决的主要问题。并搜集国内外有关情报，预测问题发生发展的规律，论证优先解决的问题及其解决的实际意义。

（2）确定目标，制定方案：在着手解决问题时，要根据具体条件，确定解决问题的近期、中期和远期目标；重点目标和非重点目标。以重点目标为主要努力方向，寻求实现目标的途径、措施和方法，制定出各种备择方案。

（3）方案评估，优化决策：对各种各样方案所需的投入进行估算，筛选出具有可行性、可及性的若干方案，再运用边际效益、成本-效益和决策分析等手段，经过综合评比，选出相对最佳方案。

（4）组织实施，反馈调整：一俟方案确定，则需着手组织必要的资源和配置相应的组织和管理措施，在较小的范围内试验实施，及时反馈信息，比较实施效果和目标的差距，并对方案作相应的调整修改，力求目标按照方案计划如期达到。

卫生事业计划与管理

卫生事业计划是国家经济和社会发展计划的一部分，卫生事业计划的基本任务是：遵循客观经济规律和医学科学的要求，根据国家在一定时期的社会发展规划，科学地制订计划期内卫生事业发展的方向、目标、规模、速度、结构和主要比例关系及其实现手段，保持卫生事业与整个社会经济的协调发展，不断提高防病治病能力，尽可能地满足人民群众日益增长的对医疗卫生服务的需要。

制订卫生事业计划的原则 ①卫生事业计划的出发点是保护人民健康，满足人民群众对提高健康水平的需要。卫生事业计划必须强调需要与可能的统一，在经济发展的基础上，量力而行，逐步发展。②要遵循医学科学的规律，全面贯彻预防为主的方针，这是花钱少，效益高，做好防病治病工作的正确道路。要合理安排医疗、预防等各项事业的发展，保持各项医疗卫生事业之间有计划按比例地协调发展。③坚持城乡兼顾的方针。要从中国农村人口占百分之八十以上的实际情况出发，制订发展城乡各级医疗卫生机构的计划。④实行中医、西医、中西结合医三支力量都要发展、长期并存的方针，充分发挥三支力量的作用。⑤加强医学教育，合理使用医药卫生人才，重视医学科研和技术成果的推广、应用，不断提高医疗卫生技术水平，充分发挥卫生事业的社会经济效益。

卫生事业计划分为长期计划、中期计划和短期计划。长期计划是十年以上的纲要性计划，它的任务是根据国家经济和社会发展的趋势，对卫生事业进行宏观预测，提出发展战略及实现长期计划的重大政策措施。中期计划一般为五年计划，是卫生事业计划的基本形式，它以长期计划为依据，根据国民经济和社会发展计划确定卫生事业的发展速度及规模，制订计划期和分年度的各项主要计划指标，及其实现的重大措施。短期计划，一般为年度计划，它是中期计划的实施计划，它根据中期计划规定的任务、分年度指标和现实情况，把计划期的卫生事业计划具体化。上述三类计划之间，必须互相衔接，互相协调

卫生事业计划的内容和指标 现行的卫生事业计划，主要有下列各项：①卫生事业发展计划。主要指标为医院和疗养院床位发展数，门诊部、卫生防疫站、妇幼保健站（所）、专科防治所、药品检验所及医学科学研究机构发展数，专业卫生人员、乡村医生发展数、实行集资医疗的乡、镇数等 ②防病治病计划 包括主要急性和慢性传

染病、寄生虫病、地方病的防治计划。全国计划只列全国性若干种主要疾病，各省、市、自治区可根据各地疾病发生情况作适当补充。③中等卫生教育和卫生干部进修计划。包括学校数，计划期招生人数，毕业生人数，年末在校学生人数，在职高、中、初级医务人员和卫生行政干部进修人数。高等医学教育计划，按计划体制规定，由教育部门制定，卫生部门不编制计划。④医学卫生科学研究计划。主要是医学卫生科学研究项目计划。⑤卫生基本建设计划，包括建设项目、投资额等。⑥卫生事业经费预算。

卫生事业计划的管理 国家计划由中央计划、地方计划、行业计划和专业计划组成。卫生事业计划属于行业(部门)计划。按照计划管理体制规定，全国卫生事业计划由卫生部直属单位计划和地方各级计划组成，分三级管理，即①卫生部直属事业(企业)单位计划，由国务院或其授权部门管理。②省级地方卫生事业计划，由省、市、自治区人民政府或其授权部门管理。③县级卫生事业计划，由县、自治县、市人民政府或其授权部门管理。

卫生事业计划的综合平衡 综合平衡的基本任务是正确处理卫生事业外部和内部各项重要比例关系，正确处理速度、比例、效益之间的关系，求得卫生事业发展和人民群众防病治病需要之间的平衡，以保证卫生事业有计划地协调发展。为此，要正确处理以下几个关系：①卫生事业与经济发展的关系。卫生事业发展必须与经济发展相适应，必须有一定的财力、物力作保证，而这些都取决于国家能够安排多少卫生基本建设投资和卫生经费，能够提供多少医疗器械、设备、材料和药品，能够输送多少医药卫生人才。因此，制订卫生计划必须作好卫生事业发展与财力、物力、人力增长之间的平衡，根据经济建设可能提供的人力、物力、财力安排卫生事业的发展。②人口增长与卫生事业发展的关系。人口增长要求卫生事业的发展与之相适应。人民物质文化生活水平的提高，要求提供更好的医疗服务。这就决定了卫生事业与人口应有一定的比例关系。中国卫生事业的现状与近12亿人口的大国很不适应，如1986年每1000人平均病床数仅占2.18张，医师0.91名，不仅低于发达国家，而且在发展中国家中，也是比较低的，必须加快发展。③卫生事业内部城乡之间的比例关系。解决好8亿多分布在农村人口的医疗卫生工作始终是中国卫生工作的重大问题。安排卫生事业计划时，在各类卫生机构建设、病床发展、卫生基本投资、卫生经费、卫生人员分配等方面，农村要保持一定比例，以保证农村有医有药。④医疗卫生机构和医疗卫生力量的合理布局。医疗卫生机构的设置和医疗卫生力量的配备，必须根据需要与可能，注意农村、城市、工矿区卫生事业的全面发展，统筹安排，合理布局，促进各地区卫生事业均衡发展。中国已基本形成城乡初级卫生保健网，即使如此，城市基层医疗卫生机构也不够普及，门诊集中在少数大医院，而老(老革命根据地)、少(少数民族地区)、边(边境地区)、山(贫瘠山区)地区医疗设施和技术力量很薄弱，人民群众疾病多，需要有计划地加强。⑤卫生人员构成的比例关系。随着卫生事业的发展，科学技术的广泛应用，医疗卫生事业内部的分工越来越细，卫生事业需要的人才越来越多，卫生人员的构成也发生了变化，需要合理安排各种人员的比例，如高、中、初级卫生人员，医疗、卫生防疫、妇幼保健、教学、科研人员的比例，以及临床各科人员的比例，医师、护士的比例，中医、西医、中西结合医的比例等。对各种比例关系，都要统筹兼顾，全面安排，作好综合平衡，使之有计划按比例发展。

卫生事业计划的编制与执行 编制卫生事业计划应根据国家在一定时期的建设方针、政策和对卫生工作提出的任务，并对以下因素的具体分析：①通过总结上一个计划期的计划执行情况，掌握卫生事业发展取得的成绩和已达到的水平，找出卫生事业发展中的薄弱环节，作为今后发展的依据。②了解世界各国卫生事业的现状和水平及发展速度。③调查研究人口增长情况，人民群众疾病状况，人民群众对防治疾病的要求等。④对未来计划期国民经济和社会事业发展趋势的宏观预测，尤其是对工农业生产增长速度、财政收支预算、基本建设投资规模等的预测，分析能够用于发展卫生事业的能力，根据以上各种因素的分析，研究确定计划期发展卫生事业的目标、规模、速度、重要比例关系以及各项发展指标。卫生事业计划中的长期计划和中期计划先由国务院下达计划控制数字，省、自治区、直辖市和国务院各有关部门结合本地区、本部门的实际情况，自下而上，逐级编制计划草案，报送国家计划委员会，与此同时，省、自治区、直辖市将本地区的行业计划(部门)草案分别抄送国务院各有关部门，国务院各部门将主管行业(部门)计划草案的有关部分，抄送省、自治区、直辖市和国务院有关部门。国家计划委员会在这些计划草案的基础上进行综合平衡，编制全国计划上报国务院，经全国人民代表大会或其常务委员会批准后下达。年度计划先由基层单位编制计划草案，按隶属关系逐级上报，逐级综合平衡，经批准后再逐级下达。长、中期计划在计划期开始前一年，年度计划在开始执行前三个月，由国务院提交全国人民代表大会或其常务委员会批准后下达。卫生计划下达后，各单位要订出具体实施计划和完成计划的具体措施，定期上报计划完成情况，及时反映计划执行中的问题，上级卫生主管部门应经常督促检查计划执行情况，发现问题及时采取措施，遇有重大情况变化，难以实现原定计划时，要及时进行调整，并报上级主管部门批准。

目标管理

目标管理(objective management)是指一切组织都要用目标进行管理，即把目标置于管理制度之中，把它看作是整个管理制度的一部分。也就是将一个组织要达到的目标，与各项管理工作和每个人的任务和职责结合

在一起的一种管理方法。目标管理是管理制度的基础，特别适用于对管理人员的管理，故又称为“管理中的管理”。近30年来目标管理的概念经历了三个演变阶段，从开始强调管理人是个人的工作，转移到完成组织的目标，最后成熟为一整套完整的管理思想、管理方法和管理制度。

在进行目标管理时，首先要确定组织的总目标，然后将目标层层分解，通过上下协商，最后制定出组织内各部门的分目标，以及个人需要达到的目标，形成一个自上而下的目标体系或称目标网络。把整个组织的目标，全面地、彻底地、自上而下地委派给每个管理人员，使每个人要对完成上级的目标负责。当组织目标与个人目标结合在一起时，就会极大地激发起个人的积极性和创造性。因此目标管理实际上是分权管理和参与管理的一种形式，也是一种自主管理和自我控制的管理。

在制定组织的总目标时，首先应该体现社会的整体利益和全局的目标。同时应该尽量使目标能够具体化和定量化，便于控制、检查和考核。目标还应该具有一定的先进性和竞争性，不宜过高或过低，使经过努力能够达到。确定一个组织的目标，根据其优先次序，可以分成主要目标和次要目标，长期目标和短期目标，定性目标和定量目标，同时还要注意目标间的平衡和协调。

迄今，美国已有近半数的公司实行了目标管理，取得了显著效果。中国从1980年开始在一些大企业中试行目标管理，并作为国家经委推荐的18种企业现代化管理方法之一，向全国推广。在卫生领域中，世界卫生组织提出了“2000年人人享有卫生保健”这一全球目标，中国也相应制定了2000年中国的卫生保健目标，全社会共同来承担卫生保健的责任，为预防为主的方针得到更好的贯彻，各省市也拟定了相应的分目标。

总之，目标管理适用于各种类型的组织，只是在目标的类型和具体内容上有所不同。目标管理可以认为是一种管理体制，是计划一个组织中管理者工作的一个系统程序，分析各组管理人员的任务，并确定在一定时间范围内管理者需要达到的定量目标，定期检查完成目标和取得工作成果的情况。

卫生决策

卫生决策(decision making of health)是指卫生组织或政府机构在确定其政策或选择实施现行政策的有效方法时所进行的一系列活动，是从若干可供选择方案中作出决择的过程，卫生决策是卫生管理的一个重要功能。卫生资源的合理分配与利用，卫生组织的效益和效率与管理决策水平密切相关，决策恰当与否关系到事业的兴衰。

卫生决策涉及到人员、组织、财务和信息等管理的各个方面，关系到各个层次的管理人员。大致可以分为三大类。第一类为目标与方法性决策。目标性决策是指与获取卫生组织理想结果有关的决策；方法性决策包括发展策略决策、项目决策以及项目实施过程的决策。这一类决策与卫生组织的目标计划和战略规划的制定过程密切相连。第二类为管理性与经营性决策。这是从决策者所处的管理层次来划分的。管理性决策属于高层决策，又称为“政策性决策”，对于卫生组织的资源筹集、分配和利用，具有根本性的作用。以医院为例，基建资金的筹集方式，各类人员的经济、技术责任制的实施，以及奖金发放原则等都属于管理性决策，都应由医院的最高层管理者作出抉择。经营性决策的权限应授于中层或基层管理人员。部门的日常工作，如科室人员工作安排，消耗性物品的购置等都属于经营性决策的范围。第三类为程序性决策与非程序性决策。程序性决策是例行的，可重复性的决策。如婴幼儿计划免疫、夏季肠道传染病的防治等，这些工作都是有章可循，可以事先规划，其结果也有现成的考核评价标准。非程序性决策是关于非日常的具有独特意义的新问题、新方针的决策，如开展医疗卫生单位的横向联合，调整科室设置，购置电子计算机等。非程序性决策出现的频度低，有些甚至是一次性的。

卫生决策的过程可分为两步：首先致力于发现和评价解决问题的多种方案，然后从中挑选一个方案。如寄生虫病的控制，可以从寄生虫、宿主、传染途径和病人等几个方面拟定多种防治方案，卫生管理者从这些方案的比较中，经过评价，挑选出一个投资少、效果好、效益高的方案。这个过程就是卫生决策的基本过程。

制定决策也是管理学上解决问题过程中的一个重要环节。解决问题的过程包括问题分析，作出假设，发现可供选择的方案，制定和应用决策标准，最终选出一个方案并加以运用。

评价一个决策是否恰当是有其客观标准的。最重要的、并且得到普遍承认的标准有三条，即有效性、可行性和可接受性。

卫生决策的制约因素主要来自三个方面：决策者的素质，决策的时机和环境因素。决策者的素质指其经验、知识、判断力、洞察力、人格特点、价值观和世界观。这些要素在很大程度上影响决策者对于问题的认识深度和解决问题的方式方法。决策的时机，如紧急情况下的决策，由于时间的压力，问题的严重性、风险性以及诸多不可知因素，常使决策者在匆忙之中作出决策。因此，决策者必须保持清醒的头脑。卫生决策还受到内外环境因素的制约，社会各大系统之间有一个竞争和平衡问题，卫生系统内部也需要协调发展。因此，卫生决策必需向前看，放眼未来，向左右看，考虑到各个方面的利益。

组织和组织变革

传统的组织概念是指为了达到既定的目标，各部门分工合作，并具有不同层次的权力和责任制度的统一体，

可以把组织看成与外界相对隔绝的封闭系统。现代组织概念是在上述基础上,强调组织应是开放的社会技术系统,既包括结构和技术方面的问题,也包括社会、心理和管理方面的问题。也就是说,一个健全的组织必须具备自我修正的能力,协调和兼顾各部门和个人利益的能力,还必须考虑社会环境的作用。

组织的分类标准很多,常见的是按组织的目标分类,可分为互益组织如工会、俱乐部等;工商组织;服务组织如医院、学校等;公益组织如政府机构和研究机构等。另外可按个人与组织的关系分类分成功利性、规范性和强制性组织。按组织功能又可分为正式和非正式组织等。

一般而言,组织的结构具有相对稳定性,它直接决定了组织的正式指挥系统和信息沟通系统。传统的组织结构有直线制和直线职能制等类型。前者的指挥和管理职能通常由最高领导自己执行,具有机构简单、职权明确的特点,但对领导的专业知识和管理技能要求很高,一般适用于规模小、生产过程简单的组织。直线职能制组织结构在上述基础上增加了职能管理人员,作为管理方面的参谋,不拥有决策和直接指挥权,较适应于复杂的组织,它能够保证统一指挥与管理,同时又能使决策更具有科学性。传统的组织结构由于缺乏民主,容易造成独断专行的官僚主义;由于权力集中在高层,下属的任务是执行,对错误决策缺乏反馈渠道,同时盲目执行会造成不必要的损失;另外,对下级领导的任用不当,也会出现执行不力的现象。

现代的组织结构如矩阵式组织,能够弥补传统组织结构的不足。矩阵式组织是一种合并了项目结构和职能结构两者特性的组织结构,这类组织的纵向是传统的职能部门,横向则是由职能部门联合组成的项目组,由专人负责。矩阵组织结构的优点在于,决策上体现出对专业人员的使用更富于弹性,项目和职能部门间沟通渠道畅通,所以在时间、成本和业绩方面均容易获得较佳的平衡。但由于项目组和职能部门的双重领导,有时会无所适从。

根据现代组织的特点,组织设计依据着下列原则:①分工协调原则。②配合指挥原则。③平衡合理原则。④效率原则。其中一个要点是考虑管理的层次和幅度,层次多而幅度窄,则分工明确,管理严明,上下级之间易于协调,但管理机构庞大,开支多,沟通速度慢,质量差,易抑制职工的创造性。层次少,幅度宽则相反。

组织变革是指组织为了适应外界社会环境的变化和更好协调组织内部关系,从思想上、技术上和结构上进行改革的过程。目前中国医院进行的改革就是典型的例子。组织变革的目的是指提高组织的有效性,其中重要的部分是思想和心理方面的改革。

促进组织进行改革的动力包括下述六个方面,即①社会环境的变化:包括经济、政治和技术文化的变化,如农村卫生政策的变化,引起了村合作医疗制度的改变和重组。②组织目标的变化:如福利性质的医疗单位,在面临着增加自身经济活力的挑战时进行变革。③技术系统的变化:如医疗仪器的更新发展,迫使医院不得不作出组织结构上的调整。④组织结构的变化:往往受其他因素的制约和影响,但又反过来促使职工心理上的变革。⑤社会心理因素的影响:如成员的士气、动机、态度和行为的变化,有时会迫使组织不得不作出相应的变革,如面临改革开放的形势,医院职工迫切希望自己也能分享改革的成就,这无疑会给领导增加改革所在组织的决心。⑥管理的变化:管理本身是组织变革的基础和条件,但同时管理上的缺陷也会引来组织变革的动力。

组织变革可分为彻底变革、小改小革和系统变革三类。彻底变革阻力颇大;小改小革收效不大,且容易引起人们对变革的悲观失望;系统变革较为理想,它综合考虑变革的推动力,中介调节因素和变革可能会产生各种后果,以减少变革的阻力。

一般而言,人们会欢迎组织的变革,因为每个人都希望自己所在的组织能发展得更快更好一些,但变革又会引来人们种种的不适应,产生对变革的抵制。管理人员必须了解预测和消除抵制的方法,以使组织的变革顺利进行。

抵制变革有社会、心理和经济三方面的因素。从心理角度来看,变革引起了环境的变化,面对新的环境,需要有一个重新适应的过程,增加了不必要的紧张和不安;同时,对变革究竟能否成功和会带来什么效果没有把握,因而为自己的前途担忧;变革会不会影响自己在组织中的原来地位;另外,求全心理和嫉妒也是变革可能的阻力。从经济角度来看,如果变革影响自己的收入会产生对变革的抵制。从社会角度来看,团体希望能保持平衡,变革打破了这一平衡,出现了与原有观念不相符的现象,紧张会加剧,且变革的动力越大,紧张程度也越大,处于不稳定状态下的成员会产生不合理行为,抵制变革。

对变革的抑制心理,会影响对变革的正确理解,降低变革的信心和积极性,其作用不容低估。如果缺乏职工的支持,变革很难收到效果。

消除和减少对变革的抵制,可灵活选用下列方法:①变革必须让所有有关人员参与,参与程度越大,职工的责任感和接受程度就越大。②由职工选举自己的领导,这样,领导的行为容易被职工接受。③合理安排变革的时间和进程,避免因操之过急引起职工的被迫感,同时操之过急会留下许多难以收拾的遗留问题。④利用社会和团体压力来改变职工的行为,如增加团体对成员的吸引力等。⑤运用力场分析法,分析变革的阻力和动力,采用相应的措施以降低阻力和增加动力。

卫生质量管理

卫生质量管理(management of health quality)是指卫生服务的质量管理。质量管理包括质量评价和质量

控制。质量控制与质量保证是同义词,两者可以互相取代。

质量管理起源于第二次世界大战后。它运用控制论的原理,保证工厂产品的质量;采用概率统计学原理与方法对产品进行质量控制。这种对产品进行控制的方法是属于反馈性的,被动的,又称为产品的质量管理。产品质量管理可以在售前,也可以表现为售后的市场服务,即使用过程中的质量管理。后来它又发展为主动地对生产过程进行现场控制,实行工序质量控制,防止不合格产品的产生。更积极的质量管理应该是从设计、试制和标准化过程开始进行前馈控制的方法,才能对产品质量有预防和保证作用。

近年来又进一步发展到全面质量管理,就是用全面的、多种多样的方法进行综合性的质量管理。这是一种预防为主,从单纯的事后检验转到事先控制不合格产品的生产和产品设计,对生产的全过程进行管理。全面质量管理又可看作为全员性的管理,从管理人员、技术人员和工人,各部门都应参与。全面质量管理不仅对产品的质量,对人的工作质量也要进行管理,采用一系列工具和方法来进行科学的管理,以期形成一个质量管理或质量保证体系。

卫生服务过程也可看作为一种生产过程。卫生服务也是一种产品,如果卫生服务质量不能保证就会发生医疗差错和事故。对病人的医疗,包括询问病史、诊断、治疗、康复、随访,可看作为一个生产过程。卫生服务系统的各种结构和存在的条件,包括卫生人员、卫生设施和设备均可进行质量评价,以及个体和集体开业单位、医院、门诊、病房、放射科、实验室、监护病房。卫生服务有它的特殊性,由于病人的病种、病情很不一样,每个病人的需求也是不同的。卫生保健的质量控制具有较复杂的双重性,既要预防发病,又要保证每个患者能得到安全和高质量的医疗服务。

尽管有这些差异,但工业系统中的质量管理也有很多经验可借鉴到卫生质量管理中来。如对卫生服务的各种生产过程也可制订质量标准并进行研究。卫生质量管理也应从计划阶段开始,各项保健措施的效果,均需进行随机对照试验证实。对卫生服务的质量需要进行反馈评价并采取相应的措施来保证。

美国公共卫生协会(1969年)提出了卫生服务质量的概念,它包括效果、效率、充分性、科学技术的质量、消费者及提供者的满意程度、易接近性、连续性等。按卫生服务的生产过程或结果的质量管理,在医疗机构中最常用的方法有以下几种。

(1) 利用情况的回顾:如美国在医院内普遍建立专业标准检查组织,使卫生保健能高度有效地和经济地利用,定期检查各项住院医疗服务是否是必须的。特别注意有无过度利用如住院时间过长或不必要的住院。

(2) 医疗审计:这是一种回顾评价病史记录及医疗过程的方法。将病史采集、诊断、治疗、随诊、康复各个环节的实际情况与建立的标准进行比较,它是一种常规质量保证的方法。各医院或科室可成立医疗审计委员会,从分析某些疾病的医疗过程来进行质量管理。

(3) 组织活检及临床病例讨论:外科手术标本的活组织检查及开展临床病理病例讨论,可使临床诊断得到病理的证实,提高临床医疗质量。

(4) 检查病史:医院组织一批高年资医师,在病人出院后检查病史,了解病例的诊断、治疗和随访工作是否确切。

(5) 建立各种疾病的防治方案:这是欧洲国家常用的一种质量保证方法,有利于对各类疾病的预防、诊断、治疗或康复建立指南和建议。可由全国卫生当局或组织专家制定方案,包括对各级医疗机构或各类人员的职责,疾病防治的要求和方法,减少重复及过度服务。

(6) 征求病员意见:征求病人对医院服务质量的意见,将病人是否满意作为质量的一个重要组成部分。在初级卫生保健服务中,征求社区群众的意见也是特别重要的。可作为社会易接受性的一项指标。

(7) 通过了解病人出院时的状态、预后,社区人群的死亡率,发病率的结果来评价卫生服务的质量。

质量管理中常用的工具和分析方法有:①分类法:将影响产品质量的各种原因进行分层、分类归纳。②调查表法:根据调查质量问题的要求而设计的一种记录统计表。③排列图法:按影响因素,按主次(A、B、C)分析,排列成直方图及累积曲线,亦称帕累托(Pareto)图法。④因果图法:将造成质量问题的因素联系起来分析,形成树枝图。⑤直方图法:亦称质量分布图,计算平均值和标准离差,分析质量变异规律。⑥质量控制图法:根据产品指标的平均值及标准离差,绘制上下可信限,逐日登记产品检测指标,研究生产过程的稳定性。⑦散布图法:将影响产品质量因素之间的相互关系用相关图来表示。上述七种方法统称为质量管理的七种工具。

推行全面质量管理一般包括四个阶段,即按计划(P)、实施(D)、检查(C)、处理(A)顺序进行,这种管理工作的程序称为PDCA循环或称戴明循环,认为质量管理活动是不断循环的,通过检查和处理,对产品质量提出更高的要求,于是又开始做出新的计划和实施,PDCA循环是一个不断上升的过程。

卫生管理技术

卫生管理技术(health management technique)一词是与卫生专业技术相对应的,是指提高整个卫生管理系统效率的综合和个别的方法。它起着使卫生专业技术便于运用的推动作用,它是将管理技术中的某些方面引入到卫生系统中来。一般可将卫生管理技术分为基本的卫生管理技术和系统的卫生管理技术。

(1) 基本的卫生管理技术：一般是指在卫生管理过程中，能够解决一些具体、局部和微观问题的管理方法。最常用的有：①排列图：这是一种查清医疗质量关键因素的统计图形，又称为主次因素排列图。②因果分析图：这是一种寻找影响医疗质量关键因素的原因图，又称为特性因素图和鱼刺图。③控制图：这是一种控制医疗卫生工作过程及质量是否稳定的管理图。④另外，运筹学中的排队分析、库存分析等都是基本的卫生管理技术。

(2) 系统的卫生管理技术：一般是指以解决目标、全局和宏观问题为特征的管理方法。在卫生管理过程中最常用的有：①线性规划：这是指用数学的方法，在复杂的卫生管理系统的数量关系中，从全局的角度出发，寻求最优方法。②价值工程：一般是指一种运用集体智慧的有组织的活动。对卫生系统管理过程中所设立的目标进行功能成本分析，力图以最低的成本达到既定的目标，借以提高卫生产出的价值。③网络分析：又称计划评审技术或统筹法，它是按照"统筹兼顾"的思想，以网络的形式来反映管理对象中各项工作的逻辑顺序。用网络分析技术进行较大规模的医学科研计划管理，能有效地利用人力、物力和财力，可用最少的时间和物质消耗来达到预期的目标。④决策技术：在卫生管理过程中，决策技术一般研究两类问题，一是如何从可达到同一目标的许多方案中选择最优方案，即单一目标决策；二是如何从多种目标、多种方案中进行方案选择，即多目标决策。

随着对卫生管理研究的不断深入，会有更多的管理技术被引入到卫生领域里来，从而形成一套完整的、高效率的卫生管理技术。

运筹学

运筹学(operation research)是运用科学的方法、技术以及工具来处理某个系统中人、财、物的运行体系的一门学科。它主要以数学方法和计算机等现代科学技术为工具，把要解决的问题作为一个系统，合理地利用有限的人力、物力、财力等资源获得最大的社会经济效益或效果。这门学科自本世纪 40 年代逐步形成和发展起来。最早在军事上应用。50 年代初从军事研究转入民用。先是在一些大型企业和公司应用，60 年代起，开始在服务性行业和公用事业中广泛应用。近年来，运筹学主要用于从事大型系统的复杂问题的处理，如军事问题、城市建设问题、环境污染问题、卫生保健问题、资源管理、运输问题、教育事业等。在服务性机构中，如银行、医院、图书馆和司法系统都已普遍运用运筹学并收到良好效果。运筹学的内容主要包括：

(1) 线性计划：线性计划是一种合理利用和调配有限资源的数学方法。起源于投入—产出分析方法。它所研究的问题主要有两类：一类是对有限的各种资源(人力、物力、财力、时间等)充分利用，求得最大经济收益即最优解；另一类是已经确定了一项任务，要求统筹安排和运用，既要完成最大限度的工作量又要使资源的消耗最少。制订线性计划模型时，第一步明确目标，并用决策变量的一个线性函数表示，求其极大值或极小值；第二步明确有待决定的决策变量(未知变量)，并用代数符号表达出；第三步明确问题中所有的约束(限制)条件，并用决策变量的线性函数——线性方程组或不等式组表示。

(2) 排队论：排队论研究拥挤现象，它用随机服务系统的数学理论方法，对服务过程进行定量研究，即用概率论和数理统计学拟出数学模型和解法，研究排队系统的状态概率、等待时间、服务时间、排队长度、服务台利用率等。医疗卫生部门是一个服务系统，如病人去医院门诊就医，在就诊前须经过挂号、候诊、诊疗、检验、付款、取药等环节，这样就构成了一个排队系统。病人按先来先服务的原则排入等待队列。随机服务系统的优化可分为两种情况。一种是对现有的服务系统进行最优控制，它是针对现有服务系统，相应调整服务台的服务能力。例如，调整门诊医生的级别，增减医生的人数，改变服务时间，以便求得整个服务系统总体的优化。另一种是对新建服务系统进行最优设计。在新建系统的设计阶段，用排队论理论和方法求出最优方案。其最终目标是：提高服务台利用率，减少排队时间，降低成本。

排队系统的特征是：①输入过程：如病人到达排队系统。病人到达时间间隔有确定性，也有随机性；到达病人数有单个到达，有多人同时到达；病人来源可分为有限的和无限的。②输出过程：如病人得到服务后离开服务机构。输出过程主要研究服务时间，服务时间有常量的，也有随机的。③排队规则：当病人到达时，若服务台有空即服务，若都不空，则需排队等待直到服务完毕才离开系统。为病人进行服务的次序可分下列各种规则：先到先服务，随机服务，有优先权的服务等。④服务机构：指服务台的个数，排列和服务方式。服务台可以是一个，也可以是几个。在多个服务台的情况下，又可分为并联、串联，或串、并混联等。单个服务台模型应具有平稳性、无后效性、普通性，并要求在单位时间内病人到达时间和服务时间分别服从随机分布。

不同服务台工作效果表

排队论结果	三个服务台	四个服务台
系统中平均病人数	20.15	4.64
队列中的病人等待数	17.30	1.80
系统中病人停留时间(h)	2.24	0.52
队列中的病人等待时间(h)	1.92	0.20
所有服务台空闲的概率	0.011 8	0.083 9

例：某儿科医院夜急诊安排 3 名医生，病人到达为每小时 9 个病人，服从泊松分布，每个病人平均诊治时间为

19 min，即服务率为每名医生每小时看3.16个病人，服务率服从负指数分布。试用排队论方法进行优化解。

经计算结果如表：

从上表可见：在原有三个服务台（医生数）的情况下，系统中的病人数很多，而且病人在系统中所花时间较长，说明三个服务台不是较好的服务台数，如能增加到四个服务台，则病人拥挤大为减少，从20个降至5个，排队时间从1.92 h下降到0.20 h。因此，最佳服务台数是4（见“质量统计”条）。

(3) 决策论：决策论是用定量技术描述当前的自然状态，并对未来将要发生的各种可能问题进行估计和将采取的行动方案，并以若干个方案中选择一个最佳方案的最优化方法。按决策的可靠程度分为三类：确定型、风险型和不确定型决策。风险型决策又称随机型决策，指对决策者希望达到的目标，存在着两个以上的不以决策者的主观意志为转移的自然状态，但每种自然状态发生的可能性（概率）可以预先估计或利用历史资料得到。显然，作这类决策一定要承担某种程度的风险。另一类是不确定型决策，指只知道有几种自然状态可能发生，但各种自然状态发生的可能性大小（概率）并不知道，也就是对各种自然状态概率无法估计，只能依赖于模糊判断或主观抉择，这种类型决策的依据原则是乐观估计或悲观估计，俗称最大最大或最小最小原则。决策按性质，可分为规范性决策与非规范性决策。按决策的层次可分为战略决策、战术决策及战役决策，这三种决策是决策系统中不同层次但具有从属关系的三个组成部分，它们相互依赖相互影响构成一完整决策体系。按决策的对象分为总目标决策、指标决策、实施阶段决策及执行方案决策。决策的程序包括：①确定目标。②估计各种决策可能的结果及其概率。③评价和比较各种可行方案。④选择方案和决策。

(4) 存贮论：又称库存论，研究物资的合理存贮问题，能使库存保持在最优水平上。在医疗卫生领域中，存贮论主要用在医院的药库管理、血库管理、仪器设备管理、卫生防疫部门的消毒用品管理等。存贮论的目的在于解决、避免或减少物资供需之间的矛盾。以药品管理为例，如果一次订货很多，那么存贮量很大，势必会影响流动资金的周转，还可能发生药品变质、损坏。如果存贮量太少，有时会影响医疗卫生工作的正常进行，也是不可取的。因此需要确定一个能解决这两者关系的、合理的即最优的物资存贮量。存贮论模型可分为两类：一类是确定性模型，包括①不允许缺货的经济批量模型。②多阶段模型。③最佳批量的灵敏度分析。④多种药物同时订购时费用较低的情况。另一类是随机模型，包括①需求是随机离散的。②需求和拖后时间都是随机离散的。③不允许缺货模型。另外，当物资种类繁多，价格及重要性不一样时，可用巴雷特分类法(Bartlett's classification)对物资进行管理。

例：某医院某种药物平均每月需求量为340瓶，每瓶每月的存贮费为0.10元，每次订购费为4.50元。问每隔多少时间订购一次？每次应订购多少瓶使总费用为最小？

用最佳经济批量公式计算：

$$Q=\sqrt{\frac{2\,KD}{C}}=\sqrt{\frac{2\times4.5\times340}{0.1}}=175\text{瓶}$$

$$\frac{Q}{D}=\frac{175}{340}=0.51\times30(\text{d})=15.3(\text{d})$$

得到每次订购175瓶，每隔15天时间订购一次药物，使药物的订购费、存贮费为最小。

(5) 预测论：预测是根据过去和现在的准确统计资料或调查资料为依据，去探索事物在今后可能的发展趋势，并作出估计和分析，以指导未来的行动方向。它能减少决策的盲目性；提高管理的科学性以及提高经济效益。预测可分为宏观预测和微观预测两大类。按时间预测可分为：长期预测、中期预测、短期预测和近期预测。预测论方法在国外广泛用于经济、科技及人口发展等方面。近年来在医疗卫生领域中，也已得到了应用，在人口预测、计划生育、疾病预测、制订卫生规划等方面收到了较好的效果。预测模型很多，但一致公认的模型只有几十种。如直线上升或直线下降的直线回归模型，曲线上升或曲线下降的曲线回归模型，季节增长趋势及特尔斐法预测模型(Delphi forecasting model)等（见“预测及预测值估计”条）。

(6) 网络论：指对一项工程或一项计划进行全盘考虑、合理安排，用最少的人力、物力、财力取得最佳效益的方法。该理论以网络图为基本工具，是50年代才兴起的一种新的科学方法，它主要是指关键线路法和计划评审法等。已广泛应用在控制论、信息论、管理科学、电子计算机等各个领域。其优点是：①能明确表示项目（作业）间的相互顺序关系。②能找出关键线路和项目，有助于从全局出发，统筹安排，抓住关键，合理组织。③可用最优化技术，从许多方案中选择最佳方案，即在保证质量的前提下，缩短工期、节约投资、提高工作效率。④计算简便，易于掌握和便于推广应用。

网络论起源于美国。最早应用于建造化工厂。杜邦公司采用此法，一年就节约资金100万美元。美国海军特种计划局制订研制“北极星”导弹潜艇发展计划时，应用网络方法协调一万多家厂商，几十亿个管理项目，把十分复杂的工作安排得有条不紊，使该项计划提前两年完成。近几年来网络论用于医疗卫生工作也取得一定成效，如制订卫生工作远景规划，医疗卫生机构的建设和设置，制订疾病防治工作和预防接种规划，人员的合理安排和分配等方面。

管理心理学

管理心理学

管理心理学(management psychology),又称组织行为学(organizational behavior),是心理科学的一个分支,属于行为科学的范畴。它研究组织中人的心理活动规律,以心理学、社会学和人类学等原理为理论基础,从调动人的积极性的角度来改进管理工作。它是一门系统地研究组织机构中所有成员的行为,以及成员个人、团体、组织行为及其与外部环境相互关系的科学,目的是掌握预测,协调和控制人们的行为,有效地完成组织制订的目标。

现代管理科学的特点是强调以人为中心的管理,管理心理学被称为现代管理科学的支柱之一。它是管理学发展到一定阶段的产物。管理学的历史大致可分三个阶段:①专制的因袭管理阶段:特点是经验管理,管理知识未能上升到理论高度。②传统的科学管理阶段:偏重于对物的管理,把人看作是机器的附属品,主张对员工实行严格的控制和监督。代表人物为泰罗(Frederick W. Taylor)和法约尔(H. Fayol)。这一阶段管理上暴露出很多问题,其根源是员工积极性受到严重挫伤,如何解决人们在工作中消极对立情绪成了管理学迫切需要解决的问题。与此同时,心理学、社会学等学科迅速发展,各自形成了独立的理论体系,为系统地观察和研究行为问题提供了科学方法,也为管理心理学的发生发展提供了有利的条件。③现代管理科学阶段:管理心理学在本阶段得到了迅速的发展和高度的重视。本世纪20年代在美国西部电气公司进行的著名的霍桑试验,为管理心理学奠定了基础,试验主持人梅奥(Elton Mayo)提出了"人际关系学说"。受霍桑试验的鼓舞,许多心理学家和社会学家开始探讨管理问题,尤其在第二次世界大战以后,社会学家通过对团体、文化类型、团体凝聚力和沟通协作的研究,为管理心理学中的团体行为,组织行为部分作出了极大的贡献。心理学家则通过阐明激励的来源、领导的性质等为管理心理学作出了贡献。

管理心理学内容涉及个体行为、团体行为和组织行为等问题。个体行为包括:人的需要与动机,知觉和学习对行为的影响,激励人们积极性的方法,态度对行为的影响和员工的心理测试,考核与奖惩心理,员工的心理卫生等。团体行为包括:人与人之间关系,团体规范,信息沟通,团体的士气,竞争、冲突和挫折等。组织行为包括:领导与领导有效性,组织结构和设计,组织内外环境以及变化发展对行为的影响等。

管理心理学认为在人、财、物诸要素中,人是最重要的,虽说管理的预定任务是实现组织的目标,但任务必须有人来承担,从人的角度入手,尽可能满足人的合理需要,增加人们的满足程度,将极大地增进管理的有效性。

激励

激励(motivation)是指在管理工作中调动职工积极性,含有激发动机、鼓励行为和形成动力的意义,也即如何从"要我做"转变为"我要做"的过程。

管理心理学认为职工的工作业绩和效率取决于他的能力和激励水平。对于特定的个体来说他的能力是相对固定的,因此影响业绩和效率的主要因素是激励作用。能力最高,如果缺乏积极性,工作业绩和效率是不会高的。有人认为,计时工资制的职工,只要发挥20%—30%的能力就可以应付自己的工作,如果受到充分的激励,其能力可以发挥80%—90%。国内研究表明约70%的医院职工认为他们的能力未能得到发挥,因此,如果能充分运用激励手段开发人才资源,那么在同样的设备条件下,将能取得令人震惊的效果。70年代以来生产率增加的60%—80%是由于开发人才科技进步取得的。近30年来,日本经济发展的主要原因之一是由于人才开发取得的结果。

有关职工激励的研究很多,目前已总结出许多激励的模式和理论。根据人的行为具有自发、有因、有目的和持久而可转变的特点,可将激励过程基本模式的原理总结如下,即所有人的行为都有其目标,因此激励过程是以希望需要获得满足开始,以需要得到满足而告终这样一个循环往复的过程。所以医院管理人员如能够为职工创造一些条件,满足职工的合理需要,对激发职工的工作热情,提高医院管理水平,将具有重要作用。

激励理论为卫生系统的领导和管理人员如何把握职

工需要，调动积极性提供了科学依据。激励理论大致可分为四类：①内容型激励理论：旨在探讨满足职工需要的途径，如需要层次理论和双因素理论等。②过程型激励理论：从研究人们对付出劳力，功效要求和奖酬价值的认识入手，探讨激励的方法，如公平理论和期望理论等。③强化理论：基本原理是当人们看到行为的结果对自己有利时，会重复这类行为。④综合型激励理论：综合和概括上述三类理论，试图较全面地反映激励中人的心理过程。

挫折

挫折(frustration)是指人们在通往目标的途径中遇到不可逾越的障碍时，产生的心理紧张状态。

每个人在工作和生活中都有自己的目标，他们随时都可能感受挫折，挫折的结果对人有利有弊，挫折能增长人们解决问题的能力，引导人们选用更为理想的方式满足需要。但挫折也会导致人们痛苦、情绪紧张和行为偏差，严重时会引起身心健康问题。

挫折产生的原因可区分为环境和个体因素。前者是指某些客观因素，如管理不善，工作分配欠妥，工作条件恶劣等。个体因素包括生理和心理因素两方面。其中心理因素更为重要，如抱负水平越高的人越容易感受挫折、对挫折的耐受力低的人也较易感受挫折等。

人们在感受挫折后，会出现一系列的反应。有理智的对抗，如加倍努力，重新调整目标，内在意志的升华和补偿作用等。一般而言，理智对抗挫折的人较为少见，更多的人会出现非理智对抗行为，如采用攻击性行为，妥协和逃避困难，对周围事物持冷漠态度和一些行为倒退现象等。在工作中则出现积极性下降，工作效率低下，违纪现象增多和同事间配合不协调等，尤其是因为组织方面原因引起挫折时，上述表现更为明显。当部门领导喜欢选用控制和惩罚的方式管理职工时，容易形成组织目标(要求职工服从)和个人目标(要求宽松的民主气氛)之间的严重冲突。有的心理学家认为，现代人精神疾病的主要根源之一是不良的组织管理环境，阻碍和压抑个人需要的满足和人格发展。另外，不和谐的人际关系、工作中难以发挥自己的才干、超负荷工作负担、脑、体收入倒挂和不公平的晋升制度等，也都足以影响职工情绪，产生挫折感。

因此，在管理工作中，作为管理人员应尽可能消除引起职工挫折感的环境因素，另外提高职工对挫折的耐受力，以减轻不良反应的严重程度。对个体来说，提高自身的修养，培养正确对待挫折的态度等是减少挫折的有效方法。

冲突

冲突(conflict)是指两种目标之间或者完成目标的方法之间的互不相容或互相排斥的现象。冲突是矛盾，冲突是客观存在的、不可避免的正常社会现象，卫生系统也不例外。

按冲突的对象可把冲突分为个人内心冲突、人与人冲突和团体间冲突。个人内心冲突表现为一个人面临两种互不相容的目标时，左右为难的一种心理体验。如医院职工一方面赞赏改革，另方面又担心改革会触及自身的切身利益，如收入等。人与人之间的冲突是管理工作中最常见的冲突类型，是指两个人或几个人之间的冲突，如上下级之间、同事之间。据调查，国内医院有近10%的职工抱怨，工作中最大的问题是同事之间关系难以相处，30%以上的人认为领导不尊重职工，说明了冲突的潜在根源。团体间的冲突包括科室与科室、小组与小组之间的冲突，科室承包责任制以后，这类冲突会增多。

冲突并非都是坏事，按性质冲突可分为破坏性和建设性两种。建设性冲突中双方对共同的目标都很关心，之所以引起冲突是因为彼此对实现目标应采用的方法上有分歧，争议是为了寻求更好的工作方法，所以这类冲突管理人员应该倡导。建设性冲突的大量存在，表明团体内富有民主气氛、人们敢于表达不同的观点。

引起冲突的原因大致可归纳为：职责范围不清，个性差异，态度和价值观不同，争夺有限资源和本位主义，追名逐利和组织风气不正，角色冲突以及组织变动等。

冲突可以带来有益后果，也可能引起不良后果。在消除分歧后，组织内部会重新形成团结的气氛，起到修正不合适目标的作用。另外冲突还可以促进创新、意见交流等。冲突的不利后果包括：增加冲突双方的精神负担，损害组织的整体效果，如三年任期制的干部任免制度可能会因本位而照顾自己的原有科室，引起冲突和组织效率降低。另外，冲突也可能使双方走向极端，损坏人际关系。

冲突对团体也有作用，可导致团体内部凝聚力增高，纪律严明，关心工作。但有领导作风趋于独裁，团体之间敌意增加、沟通减少和偏见等利害不一的表现。

人与人之间的冲突往往涉及感情问题，处理较为棘手。常见的处理方法有：妥协、仲裁、拖延、不予理睬、压制、教育、改革目标、重新组合团体和收集民意等。对团体间冲突的处理，除了可参照上述方法外，还可选用制订共同目标、相互交流、互换人员和分权等。

人际关系

人际关系(interpersonal relations)是指人们在精神和物质交往过程中建立和发展起来的关系。在管理工作中，具体表现为同事之间和上下级之间的关系。

研究结果表明，人际关系问题是卫生管理过程中不可忽视的问题，理由是：①人际关系是团结的基础，关系紧张自然内耗丛生，引出种种矛盾。②人际关系紧张，必然导致人与人之间相互猜疑、戒备、不协调，因而团体效率低下。③人际关系失调，会引起一系列不利于身心健康

的问题。

影响人际关系的因素可从下列几个方面考虑：①社会知觉：指人们对社会对象的知觉，包括对交往对象、自我、人际间和所扮演的社会角色知觉。其中最重要和问题最多的是对人的观察方法，目前，尚缺乏科学客观的工作考核方法，凭直觉经验评价职工的现象比比皆是，在卫生系统也不例外，这样很大程度上影响了上下级之间的关系，使职工不是通过努力工作而是迎合上级的直觉来调整工作中关系。②个性特征：影响人际关系的个性特征主要是指人际交往中人的行为倾向是主动还是被动的，是否有与他人交往的意愿，交往中表现出来的是热情、希望控制他人还是冷漠、追随他人等。③人际吸引力：这是指交往中双方互相作出的评价以及继续交往的意愿程度。往往是地理位置越接近、外表越有魅力、态度越相似，彼此能弥补需求和情感上能相互取悦，其人际间的吸引力就越大。掌握上述因素，有利于自觉地协调人际关系。对管理人员来说，影响他们与职工关系的另一重要因素，是他们在管理过程中是否照顾职工合理的个人目标。

改善管理工作中人际关系，可参考下列方法：①建立坚强的领导班子，其成员必须具备公正无私和关心职工的素质。②健全组织结构，消除人浮于事。机构重叠、人浮于事是相互扯皮、工作效率低下的根源。③让职工参与管理，以增加职工的主人翁感。④畅通沟通渠道，这是消除上下级之间误会，增加职工满足感的良策。另外，提高个人修养也是改进上下级关系的途径之一。

团体规范

团体规范(group norm)是指团体确定的、每个成员必须遵守的行为准则。在社会生活中，人们都分属于某个团体，每个团体都有它独特的行为规范。规范可能是正式的、成文的，如各种规章制度、操作规程等，但大部分规范都是非正式的和不成文的，如社会公德、团体的荣誉感、成员之间各种默契等，它们都具有约束和指导成员行为的作用。

团体规范并不规定成员的一举一动，而只是提供一个行为的范围，超出这个范围，会受到一定的压力和惩罚，因此规范具有强制的功能。

团体规范与组织利益直接相关，建立积极有效的规范和修正消极规范，对提高卫生管理水平具有相当重要的作用，它能够减少上下级之间的冲突、严密组织系统和使职工从组织目标中看到自身目标，从而提高工作效率。

在管理工作中所存在的规范方面的问题，常表现为规章制度不全、不正之风严重，或者对已有规范的接受程度低、有章难循等方面。造成这些问题的原因与领导不重视和不熟悉管理知识有关。如果各种规章制度的制订由领导或几个人决定，把职工完全排除在外，则制订的规范就不可能客观，不可能完全符合基层情况，以这种规范约束职工常会引起职工不满。

团体规范的形成过程受到模仿、暗示、顺从等心理因素的制约，因此在改革规范和建立新规范时，必须考虑到团体成员的心理接受程度。规范分析法不失为解决这一问题的有效方法，该法包括：①明确规范内容：听取所有成员对改革规范的意见，了解现行规范的缺陷，尤其是那些起消极作用的规范。②制订规范剖面图：通过集体参与讨论，获得规范期望达到的作用和实际上规范能取得的效果。分析导致这一差异的原因和解决办法。③实施和重订规范：针对规范存在的问题进行改革是基础。同时，应注意下列问题，首先，改革规范必须从上层开始，逐级而下，规范的有效执行范围必须包括领导在内，否则，会引起职工的抵触情绪。第二，根据规范的重要程度、规范剖面图中得出的差异程度来确定优先改革的顺序。第三，根据规范要求系统地制订改革方案，如明确职责、沟通反馈和奖惩措施等。第四，对改革措施和效果持续进行评价，发现问题和进行调整。

从众行为

当个体的意见与团体中大多数人有显著分歧时，心理上会产生紧张感，仿佛周围有一种压力，当这种压力较大时，人们会自觉或不自觉地修改自身原来的意见，以求与大多数人保持一致，这种现象称为从众倾向或从众行为(conforming)。导致从众行为的压力称为团体压力。典型的例子可以从举手表决过程中看到。

团体压力并没有强制执行的性质，但个体从心理上难以抗拒，因此而产生的改变行为的作用可能比权威命令还大。从众行为的产生，主要是个体不愿意或者环境不容许他与众不同，一旦使自身行为与大众一致时，就有一种安全感。

从众行为具有正反两方面的功用：一方面团体的一致行为有助于维护团体的整体感和达成团体目标，同时有助于增强个体的安全感；另一方面，从众行为不利于团体成员发挥创造性和积极性，不利于团体的自身修正和发展。因此，一般不应主张通过增强团体压力来获取表面上的一致性。

团体压力的产生大致分为四个阶段，从众行为在四个阶段中有不同的表现形式：①理智讨论阶段：讨论问题时常可能出现意见分歧，导致多数和少数两派的局面，当自己身属少数派时，会感到有某种压力，由于这时的团体气氛还容许个体据理力争，所以少数派中多数成员会抱着侥幸等待的观望态度，从众可能会出现，但不多见。②怀柔劝说阶段：这时候团体对少数坚持己见者会好言相劝，要求其放弃己见以便与大家保持一致，待团体的压力随着劝说的持续越来越大时，大多数人会在这个阶段出现从众行为。③强制阶段：对那些仍不肯妥协的人，这时会采用严峻的方式与语言促其改变，如劝其不要执迷

不悟、不要破坏团结、要服从大家的意见等。这个阶段，少数派会觉得四面楚歌，压力很大，无法坚持自己的观点，从理论上来说，出现从众行为是理所当然的，但由于面子问题，有些人表面上反而不易表现出屈服。④开除和心理隔离阶段：主要在心理上加以隔离，在多方谴责后，对极少数仍坚持己见者，断绝与其沟通，对其不理不睬，使他完全陷于孤立无援的地步，这时个体已深感到被抛弃，压力极大，但已无从众可言。一般而言，绝大多数人在第一第二阶段出现从众行为，少数发生在第三阶段，个别人例外。

影响从众行为的因素包括环境和个人因素两类，从环境因素看，如果团体能满足成员更多的需要，个体觉得大部分成员的能力超过自己，团体的团结气氛好，对处理问题的一致性高，团体缺乏宽容民主气氛，则成员容易出现从众行为。从个人角度看，个体的智力水平低、情绪不稳定、缺乏自信和重视权威道德，则容易产生从众行为。

团体凝聚力

团体凝聚力(group cohesiveness)是指团体对成员所具有的吸引力，即成员对团体觉得满意，乐意作为其中的一员并愿意协助达成团体目标的程度。表现为成员对团体的向心力。

相对而言，团体凝聚力越高，成员对团体就越忠诚，就越愿意遵守团体规范。凝聚力高的团体往往比凝聚力低的团体更为有效，但不能一概而论，它取决于团体和组织两者的目标是否一致。两者的目标一致时，凝聚力越高，工作效率也越高；反之，两者目标不一致时，团体凝聚力越高，工作效率越低。

团体凝聚力的概念与团结的概念有所区别，前者主要指团体内部的团结，不排除团体与其他团体之间的不协调倾向。而团结则较为泛指，即包括团体内部的团结，也包括团体之间的协调支持。

对管理人员来说，在致力于培养团体凝聚力的同时，还应该注意团体的目标是否与组织目标一致。团体凝聚力受到一系列因素的影响，一般而言，在民主宽容的领导气氛下，团体成员的思想活跃，珍惜团体的小环境，凝聚力较高。另外，成员的共同性越大，相互之间的接触机会越多，对团体的依赖性越大，团体内部沟通渠道公开等，都有利于凝聚力的增加。此外，个体与团体相结合的奖励方法，将个体与团体目标有机结合，也能增强集体观念和团体凝聚力。

从上述影响因素中，可以看出，在管理过程中，管理人员的管理技能和自身形象对团体凝聚力的影响颇大。如，严于律己宽以待人的形象，是获得职工信任的前提。从职工的优点出发进行评价，用对事不对人的方式对待职工的缺点错误，会增强职工对团体的满足和责任感。从而满怀热情地为团体工作。

评价团体凝聚力的方法，除了在工作中直接观察外，还可以采用一种称之为社会测量法的心理测量方法。社会测量法的主要原理为：①提出一些可供成员彼此选择的问题作为选择标准，如"你愿意与谁在一起工作"等，一般选择标准不少于2—3个。②根据成员回答的情况，计算团体的凝聚力。把成员相互之间实际选择的次数作为分子，成员之间理论上应有的相互选择次数作为分母，其比值就是凝聚力的反应值。该法简便易行，现已被普遍接受为研究团体动态、结构的有效手段。

管理沟通

管理沟通(management communication)是指在管理工作中，人们传递思想、观点和交换信息的过程，其目的是获得信誉、说服对方、获取信息和告知情况

沟通的基本模式是信息发放者，通过特定传递渠道将信息传送给接收者的过程，包括接收者接受、解释信息和反馈。

现代组织的规模、功能日趋庞大复杂，人员众多，与组织外部的联系日渐增多。管理人员对内必须及时了解、综合各部门和成员的意见，对外必须掌握与本单位有关的信息。可以说，有效的管理沟通是现代化管理的基础，管理的基本职能如计划、控制、组织、激励等，其正常运转取决于沟通的效率。据报道，管理人员75%的工作时间花费在沟通上面。

管理沟通按组织系统可分为正式沟通和非正式沟通两类。前者是指公函来往、洽商会谈、传递指令、通知、讲话、会议等。后者指私下交谈和流言蜚语等。从非正式沟通中，管理人员可获得一些人们的真实动机和预料不到的内外消息，具有一定的积极意义。

按沟通的流向可把管理沟通分为下行沟通、上行沟通和平行沟通。下行沟通是由上级给下属发放指令的一类沟通，较多见，此类沟通容易形成一种"权力气氛"，从而会影响职工的士气。同时由于误解和搁置等原因，所传递的信息会出现逐层减少和被歪曲的现象。由研究表明，经过五次下行沟通后，到达职工层其沟通效率只有20%。改进上述沟通中存在问题的方法，是重视上行沟通，即职工向上级报告情况、提出建议和表达思想。良好的上行沟通能增进职工的满足感，使管理人员掌握职工的情况和要求。往往领导层对上行沟通持忽视态度，一般不愿过多使用，其原因是担心花时间太多，怀疑信息不全面不真实，害怕陷于职工的纠缠之中等，这是一种误解。在实际工作中，信息从基层向组织的高层传递时，很容易出现损失许多信息的现象，报喜不报忧就是一种典型的表现形式。平行沟通是指同级之间的沟通，如果应用得当具有协调和减少冲突的作用。

从沟通双方是否互换位置，可把管理沟通分为单向和双向沟通两种。作报告、演讲和发布指示是单向沟通的

例子;交谈、会见和洽谈等属于双向沟通。前者的特点是速度快、准确性差。双向沟通与其相反,但能增加职工的满足感、融洽双方感情和提高对信息接受程度。但是管理人员一般不愿多使用,重要的原因是双向沟通会增加信息发放者的心理压力。

另外沟通还可被分为口头沟通和书面沟通,直接沟通和间接沟通等。

由于组织中信息量之多、沟通对象之广和对象各自的特征之复杂,给管理沟通的有效与否带来了许多障碍。如信息发放者表达能力不佳、沟通双方语义上的差异和文化背景、知识构成的不同等是常见的沟通障碍。沟通的时机不当、信息的错传和身体不适等都会影响信息的正确传递。另外,接收者的有选择知觉,按自己的需要对信息过滤,信息量过大,心理障碍如不信任、敌意、紧张、恐惧和缺乏兴趣等,都可能引起无效的沟通。

为了提高沟通的有效性,管理人员必须从自己做起,明确沟通的目的,计划沟通的内容和考虑沟通中可能出现的障碍,以期能传递有效信息。另外言行一致,建立宽松的沟通气氛,鼓励对方反馈以及努力多听等,对获得对方的配合,从而增进管理沟通的有效性也相当重要。

领导有效性

领导是促使职工满怀热情、充满信心地为组织工作的一门科学。这一定义本身也是判断领导有效性(effectiveness of leadership)的标准。有效性的含义较效率更为广泛,除了包含效率"把事情做完做好"外,还有"选择对的事情去做"的意思。

职工能否满怀热情地工作,取决于他们的积极性。积极性高低受到众多因素的影响,如工作待遇和条件、人际关系、组织结构、规章制度和管理方法等,不难发现,这些因素都部分或全部与领导有关。可以说,由于领导在组织中的独特地位,领导的行为直接影响着职工的积极性和组织的发展。也即领导有效性是组织有效与否的关键。

一般而言,领导者都具有较高的智力和能力。中国卫生系统中,目前有50%—60%的领导者具有大专以上知识水平,处于各领域的前位。但是,研究表明,智力和个人能力与领导有效性之间看不到密切的联系,并没有领导的智力和能力越高,有效性就越高的相关关系;相反,有时候有才能的领导往往更为无效。这是因为个人的智力、知识和能力仅仅是领导者应该具有的基本资源,资源本身并不能一定有效地利用,必须借助于适当的领导方法才能显示其效果。领导方法不当,则个人的智力、能力越高,引来的恶果可能会越严重。纵观美国的那些被辞退和自己辞职不干的管理人员,并非是他们能力低下,主要是管理方法不合潮流。

同时,国内研究发现,卫生系统基层领导中,仍然奉行较为落后的管理方法,凭经验和直觉进行管理。管理过程中常常暴露出下列问题:以个人偏爱和好恶感替代客观评价;管理混乱表现为忙于应付日常事务,领导负担过重;重视技术性问题而忽视人的因素,由于不重视或者不知如何着手处理人的因素,因而职工无积极性可言,同时本位主义思想严重,只要不触及自身利益,对周围事物与己无关,上下级或同事之间冲突时有发生;组织发展的水平取决于领导有多少精力。因此,要扭转这种局面,只有领导的才干与有效的领导方法相结合,组织才能显示出应有的效果。

提高领导有效性的领导方法是,在严密组织系统的同时,关心职工。严密组织系统是指依据组织内外的条件制订组织的目标,合理计划和利用现有的人、财、物资源,建立和维持科学的管理系统。关心职工是指灵活运用激励手段,增加职工的工作热情。如把职工个人目标与组织目标有机统一,创造一种同舟共济的气氛,以提高职工接受和执行组织目标的自觉性;满足职工的合理需要,改善工作的物质和心理环境,以提高职工的工作热情和行为效率。

管理心理学对领导有效性的研究相当活跃,研究途径大致可分为三类:①领导个性品质的研究:以试图找出有效的领导应具备什么样的品质特征。但成效不大,结果自相矛盾之处很多。②领导行为和作风的研究:重在探讨领导的工作方式和行为模式,以及由此可能产生的后果。③领导的情景和权变理论研究:研究在特定的环境下何种行为或作风更为有效。

卫生经济学

卫生经济学

卫生经济学(health economics)是研究卫生服务、人民健康和经济发展之间辩证关系的一门科学。这三者之间的相互联系，从一个侧面表现了物质生产和人口增殖之间的相互关系。一方面，社会生产力的发展，影响卫生事业和人民健康；另方面，作为生产力要素之一的劳动者，其健康水平的提高，也可影响社会生产力的发展。

卫生事业的发展对社会经济生活产生了影响，从而提出了开展卫生经济学理论研究的任务。随着科学技术和社会经济的发展，卫生事业在国民经济中所占的比重不断增大使卫生事业成为整个国民经济总链条中不可分割的一个环节。它不仅吸收了大量的社会经济资源，大量的社会劳动力，而且给社会提供了相当规模的、不可缺少的卫生服务。对卫生事业进行科学的经济分析，已成为世界各国所重视的课题。中国卫生事业已经发展为一个初具规模的社会化事业。因此对卫生事业进行经济分析和运用经济手段进行管理很有必要。

卫生经济学的研究对象为①卫生事业在国民经济发展中的地位和作用；要根据劳动力增长和扩大的理论，科学地论证和计算健康投资的经济效益，使人们对卫生事业在社会经济发展中的地位和作用有正确的认识。②社会经济发展与卫生事业发展的关系：卫生事业是以保护人民健康为目的的，它直接为社会物质生产和人口增长和扩大服务。需要从群体出发，研究和分析在一定社会经济条件约束下的卫生事业最优化发展。③卫生事业的经济性质：卫生事业的发展是社会生产力发展的组成部分。卫生服务参与劳动力再生产，而劳动力再生产又是社会再生产的必要条件和基本内容之一。中国的卫生事业是社会主义事业的组成部分。它具有社会福利性质，其特点为：一是由于生产力发展水平的限制，集体福利是有限的，随着生产力的不断发展而逐步提高。二是由于社会主义所有制形式的不同，劳动者享有的集体福利是有差别的。三是由于目前社会制度下仍存在商品经济，因此集体福利与商品货币关系有密切的联系。要依据社会主义集体福利的上述三个特点，调整和改善医疗保健制度，妥善处理好国家、集体、医务人员和服务对象四者的利益。提供卫生服务需要消耗人力、物力和财力。消耗的经济资源，必须得到充分补偿，才能使卫生服务周而复始地持续进行。卫生服务要不断充实和扩大，需要有追加的投资。追加投资，不能单纯依靠国家预算，还要动员企、事业单位和居民团体的一部分经济资源。所以，卫生事业必须开展经济管理，进行经济核算，计算固定资产折旧和医疗成本。医疗机构的收费标准要以医疗服务所消耗的劳动为基础。对卫生资源的使用情况必须进行经济评价。以社会需求和经济条件为依据，从国情出发，量力而行地合理分配和使用卫生资源，选择适合国情的卫生技术现代化道路。④医疗卫生技术的经济合理性：要应用现代化管理技术和经济分析方法，开展卫生服务的费用与效果、费用与效益的分析。⑤卫生费用的理论：卫生费用是卫生专业人员在提供保健服务时消耗的经济资源。需要研究这些经济资源的筹集、分配和利用，卫生费用发展变化的特征和趋势和影响卫生费用消长的因素。要深入研究现有卫生费用实际使用情况，从现有国情出发，合理地调节和控制卫生费用。⑥医疗保健制度的经济合理性：社会主义的医疗保健制度是社会福利基金的一种组织形式。社会主义的医疗保健制度，要体现社会主义的集体福利原则，保护社会劳动力，有效地将国家、集体、医务人员、服务对象四者利益紧密地结合起来，使大家都从物质利益上关心医疗费用的合理使用。中国现代的公费、劳保、合作医疗等医疗制度需要进一步完善。对费用的使用，要进行经济核算，合理地使用医疗费用。要研究从精神上物质上鼓励医疗机构提高效率、改善效果、节省费用的补偿方式。国家对卫生机构的补偿，可以有多种方式，如按医务人员数量补贴，按床位或其他设备数量补贴，按提供的服务数量和质量补贴，按目标实现程度和进度提供预算补贴等。

成本(费用)效益分析

成本(费用)效益分析(cost benefit analysis)是比较使用卫生资源的不同方案的效益的一种技术经济分析方法。它的主要内容是研究任一方案的效益是否超过它

的资源消耗机会成本。只有效益不低于机会成本的方案,才是可行的方案。

在卫生服务方面要做的事很多,而卫生资源总是有限的,这些有限的卫生资源应该得到充分的利用。这是一种要求,而在现实的卫生服务过程中,资源没有被充分利用的现象是普遍存在的。通过卫生费用效益分析,可以比较不同目标的各种卫生规划和方案,效益(B)减去费用(C)差数最大的、或效益与费用比值最大(费用与效益比值最大)的规划或方案为最优选的方案。

费用效益分析系用货币来评价卫生服务各目标方案的优劣。将卫生服务中各个项目的效果用货币来表示,使原来不同目标、不同种类的效果指标变成一个指标,即用货币表示的效果指标,称为效益。从而使原来不同目标、不同种类的效果指标从难以比较成为可以相互比较。

一般说来,费用效益分析适用于具有确定性的因果过程。对于货币时间上的不确定性,可通过寻找适当的折算率来解决。

费用效益分析方法的局限性在于只能在已有的方案中进行选择,而不能产生其他更好的方案。在费用效益的计量和比较中,有许多技术细节不容易解决,这也将影响到费用效益分析的精确性。因为在实际工作中,并不是规划或方案实施的一切结果都能用货币来确切地表示的,在卫生服务规划和方案的决策和评价中尤其如此。例如,延长人的寿命,提高生活质量,救活一个病人等,其效益是多少,就很难用货币来表示。因此,对那些不宜用货币来表示的结果,常直接用结果,即规划或方案实施的具体效果指标来表示费用效果分析的方法。费用效果分析方法是比较使用卫生资源不同方案效果的一种技术经济分析方法。效果可以用货币来表示,也可以用各种具体的卫生服务指标来表示。费用效果分析方法一般用于相同目标、同类指标的比较。如果目标不同,活动的性质和效果不同,具体的效果指标之间就难以相互比较。

费用效果分析的方法有三种方式:①费用相同,比较其效果。②效果相同,比较其费用。③对费用和效果进行增量分析。

成本(费用)效益分析和成本(费用)效果分析有一定联系,又有一定的区别,可根据规划或方案的不同情况选用。合理使用费用—效益分析方法有利于卫生规划或方案的决策和评价,使有限的卫生资源发挥较大的社会效益。

卫生需要和需求

卫生需要(health need)是指医学卫生专家认为维持个人健康所必需的卫生保健服务。卫生需要量则指居民卫生保健服务需要量的总和。

卫生需求(health demand)指居民在各种因素影响下,消费卫生保健服务的能力。卫生需求量则指在一定的社会环境下,居民实际卫生保健服务消费的数量。影响卫生需求的主要因素有:疾病和损伤的发生概率、经济及医疗服务价格、文化教育、提供者的态度以及病人和卫生保健机构的距离。

疾病的发生同年龄、性别、职业和个人身体素质有关。随着个体年龄增大,机体功能衰退、抵抗力下降,老年性慢性疾病的患病率逐渐升高,因此,老年人较年轻人有更多的卫生需求。一般来说,男女性的卫生需求差别不明显,但女性在妊娠期和育龄期则卫生需求相对较高。有些职业对人的健康有特定的影响,如煤矿工人较易患肺部疾病,于是增加了某些病种的卫生需求。个人先天或后天的身体素质以及对病伤的耐受能力,同样可以影响卫生需求数量。

文化教育水平比较高,对医学卫生知识了解比较多的个人和家庭可以较早较多地发现疾病及早期征象。从而产生较多的预防性或早期的卫生需求,由于这些人可以较早地发现和治疗疾病,降低疾病的严重程度,提高治疗效果,反过来又可以减少若干医疗需求。

经济因素主要包括病人及家庭的收入、享受的保健制度、医疗服务价格和就诊时间等。当收入较低或医疗服务价格较高时,病人的实际支付能力就较低,这时人们倾向于较多地消费基本的、急需的卫生需求;当收入较高或医疗服务价格下降时,人们就可能在满足基本卫生需求的基础上,对高技术高成本的卫生服务有较多的需求。享有的保健制度,如公费和劳保医疗,报销比例相当高,等于医疗服务价格很低,会刺激病人消费较多较贵的卫生服务,提高需求水平。很多人把就诊等待时间当作代价,将其同一定的货币值联系起来,这样,等待时间愈长就等于服务价格愈高,可以抑制卫生需求。等待同样的就诊时间,收入高、珍惜时间的人付出代价又比收入低、时间观念淡薄的人付出的代价高。

提供者的态度对卫生需求的影响在于卫生服务消费的特殊性质。病人就诊后,提供者实际上是病人消费的代理人,代替病人作卫生服务的选择。如果提供者的收入和提供的服务数量和种类直接挂钩的话,可以想象诱导性消费就难以避免,于是导致卫生服务的过度需求。

病人与卫生保健机构的距离、交通条件对卫生需求也有一定影响。一般地说,距离远、交通不便,对初级卫生保健和一般性卫生需求有较大的抑制作用,而对危重紧急的卫生需求则影响相对较小。

卫生需要和卫生需求在卫生计划中的作用:卫生需要量是利用现有医学卫生知识判断人的健康标准来估算的,它没有考虑一时一地的社会政治、经济和文化等条件对人们实际卫生服务消费数量的约束。因此,用卫生需要来计划卫生服务供应数量时容易出现不足或过剩现象。可以设想,按需要量来计划卫生服务供应数量,可以因为人们支付能力太低或自我认识疾病能力不强而造成过剩;也可因为人们广泛享有免费医疗和提供者的诱导性

消费作用而利用过度，便造成供应量不足。然而，社会环境是不断变化的，这些变化又直接影响着人群的卫生需求水平，故按卫生需要来计划卫生服务提供量是不切合实际的。根据特定社会环境因素的影响，通过了解影响卫生需求的影响因素，可以预测人群的卫生服务需求量情况从而制定和计划卫生服务供应量，可使卫生需求和供应达到平衡，减少资源的浪费，提高卫生服务利用效率。在计划实施过程中，如发现卫生需求量已不能满足居民的健康需要时，还可以通过对影响因素的干预，如通过保险、调节价格来刺激需求，使卫生供需达到新的平衡，使有限的卫生资源的分配和利用达到应有的效果

卫生服务的提供

卫生服务的提供是指一个地区可供利用的卫生服务。这是同卫生需求相对应的概念。卫生服务的提供量同卫生保健制度、卫生费用开支、工业化水平、卫生人力开发以及卫生资源的分配因素有关。

卫生保健制度对卫生服务提供的种类和数量有着直接的关系。一些有福利倾向、立法上规定全民基本免费获得卫生服务的国家，都通过国家干预手段，保障了相当数量的、优先发展预防为主的卫生服务，并且采用一些激励手段增加较廉价又有成效的卫生服务的提供数量，如护理之家、家庭病房和流动医疗站等。中国公费劳保医疗的享受者基本上是享受相当于免费的医疗服务，为了保证他们较高的医疗需求，国家采取相应的措施，在他们居住地区增设和修建了许多卫生机构，以保障较充足的卫生服务数量。而在大部分属于自费的广大农村地区，虽然也提供了一定程度的卫生服务，但是可利用的数量和质量则远不如享受公费劳保医疗的人群。

卫生费用开支是反映一个国家卫生资源利用多寡的重要标志。卫生费用开支与国家生产总值的比例或人均卫生费用开支可以间接反映一个国家居民享受卫生服务的水平。卫生资源可来自各级政府、集体单位和消费者个人等几个方面。政府的卫生财政预算是反映卫生服务可利用数量的重要标志。卫生费用开支，政府卫生财政预算比重同一个国家的卫生服务可供量成正比关系。另一方面，收费制度和预算制度对卫生服务的提供也有着不可忽视的关系。预算补偿不足，收费标准低于真正的成本，会促使卫生服务提供数量的萎缩；相反，若预算补偿充足，收费标准能合理地反映成本，则可保障一定量的卫生服务的提供。

一个国家的工业化水平直接关系到本国医疗器械和医药工业的发展。工业化水平高，吸收、消化和利用现代医学科学知识和技术的能力就强，为本国提供种类较齐全和数量充足的卫生服务所必需的物质产品打下良好的基础，于是可缓和引进这些物质产品时外汇不足或贸易限制等因素的制约，以稳定卫生服务数量的提供。

卫生人力开发直接关系到卫生服务提供者的数量和质量。中国对医学教育进行了大量的投资，增设和扩建了许多医学院校、中等医专和卫生学校等，在不太长的时间内，使卫生人力的质量和数量发生了根本的变化，大大地增加了卫生服务可提供的数量，基本上扭转了亿万人民长期缺医少药的落后面貌。

资源分配对卫生服务提供也有一定的影响。有一些发达和发展中国家，医务人员高度集中在大城市里，造成局部地区卫生人力的过剩，边远地区不足的卫生资源分配失衡状态。在这种情况下，增加医务人员的数量，并不能有效地增加卫生服务的提供数量。相反，若对卫生资源和人力的分配加以调整，则完全可以均衡和稳定卫生服务的可提供数量。

卫生服务的消费性质

卫生服务的消费性质表现在卫生服务消费过程既不同于其他劳务消费也不同于一般商品消费的特殊规律。主要表现在以下几个方面。

选择一般商品，纯属个人私事，与他人无关。但在卫生服务的消费上，消费者相互之间的关系则有所不同。例如传染病暴发流行时，病人是否求医治疗，就不仅仅是他个人的私事。因为如果他不隔离治疗，很可能把疾病传染给他人。因此，对卫生服务的消费，不但反映了个人需要，也反映了社会的需要。这种性质的消费在经济学上称为外在利益性。

众所周知，有些疾病一旦发现才去治疗，其效果并不令人满意。比如小儿麻痹症和肿瘤等疾病，对这些疾病的治疗至今仍没有有效的手段。即使病人痊愈后，还可能留下后遗症，影响病人的生活质量和增加病家和社会负担。如果社会积极研究和开展预防疾病的措施，完全可以期望以花费较小的代价来取得比单纯治疗效果强的社会经济效益。19世纪就有外国学者对疾病的防和治的经济效益作过评价，肯定了预防为主的社会经济效益。因此，从全社会的角度来讲，人们是希望减少对卫生服务的需求。这又说明了卫生服务的消费不同于其他商品和服务消费的另一个方面。

对疾病的预防通过个人消费是难有成效的，并且个人没有可能去组织和实施控制疾病的干预措施。中国卫生保健事业的基本宗旨是向社会提供充足的、适宜的卫生服务，以保证全体人民的身体健康。这就决定了社会主义卫生服务事业以及消费具有福利性质的一面。主要表现在三个方面：①发展卫生事业的经费主要来自国民收入再分配的公共消费基金。②国家不要求卫生事业象企业那样争取经济盈利，也不要求他们为国家积累建设基金，只要求卫生事业单位努力为保护人民健康贡献社会效益，不要求卫生部门缴纳税利。③中国对卫生服务消费品的分配主要采取免费或低收费的形式。

卫生部门在向社会提供卫生劳务的过程，同其他物质生产部门生产物质产品一样，要消耗一定的物质材料，如卫生材料、低质易耗品和固定资产折旧等。卫生服务部门只有在得到充分物质补偿时才能维持简单再生产。事实表明，依靠国家财政补助的单一经济来源并不能使卫生服务投入的消耗得到充分的补偿，长期以往，就必然会降低卫生服务的产出数量和质量，最终损害广大人民的切身利益。因此，对于各种卫生服务，应该根据国家、集体和个人的支付能力，体现谁受益谁多负担一点，共同受益共同承担的原则。让国家、集体和个人三者合理地分担卫生服务成本的补偿，使卫生服务的物质消耗能得到相应的补充，以便有效地发挥卫生保健服务的社会效益，使其最大限度地保障和满足人民不断增长的卫生服务需求。因此，卫生服务消费又具有生产性质的一面。

卫生预算

预算是国家有计划地筹集和分配由国家集中掌握的财政资金的一个重要工具。卫生事业费预算(简称卫生预算，health budgeting)是国家预算的组成部分。它是指卫生机构根据本单位的业务活动计划而编制的年度收支计划。它反映了卫生机构的经费安排和业务活动范围。

国家预算内的卫生事业费，其主要内容包括：医院经费、卫生院补助费、卫生防疫事业费、药品检验机构经费、妇幼保健经费、科学研究费、中等事业学校经费、干部训练费、合作医疗补助费和其他事业费如麻风村、急救站经费、爱国卫生运动业务费、红十字会和其他医药学术团体补助经费等。

中国现行的卫生预算体制分为三级：一级预算单位，是指和财政部门直接发生预算关系的单位，如卫生部、卫生厅和卫生局；二级预算单位，是指与一级预算单位发生预算关系，而在其下，还有独立核算的预算单位，如医科大学或医学院等；三级预算单位是基层的预算单位，其下设有独立核算的预算单位，如医院、独立门诊部和卫生防疫站等。目前，卫生预算管理主要有两种方法：

(1) 全额预算管理：卫生事业单位的全部支出，由国家预算拨款，其收入全部上缴国家预算。但经审批的有偿服务项目，允许收取一部分成本费和劳务费，作为服务项目的维持费用。如卫生防疫站等机构，就实行这种预算管理。这类单位除收入上缴国家外，对经费支出也可以采用不同的管理方法，如：全额经费包干，结余留用，或部分经费包干，结余留用等。

(2) 差额预算管理：适用于有经常性业务收入来源，但收入不足抵补其全部支出的单位，如城市医院、疗养院等。国家为了发挥这些单位管理财务的积极性，加强收支之间的联系，同时又能更好地完成卫生事业计划，对这些单位收支之间的差额由预算拨款解决。差额预算管理还分有几种不同形式：全额管理，差额补助；全额管理，定额补助；全额管理，定项补助等。差额补助部分计入国家预算，但差额预算的收支则不直接列入国家预算。

预算编制的基础工作包括有：分析上年度预算的执行情况；掌握定员、定额、开支标准和基本数字；把预算分为收入和支出预算两部分，再按项、目、节三级归总。

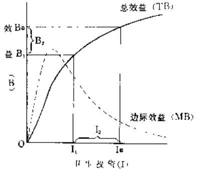
卫生预算的任务和作用：卫生预算是卫生事业在计划期内经费收支的安排，业务活动规模和方向的反映，也是实现活动计划的财力保证；卫生预算反映国家卫生工作方针和政策，它直接调节城乡之间、防与治之间、各项卫生服务之间的比例关系，协调卫生事业和卫生服务的发展。卫生预算可以使卫生事业财务活动有计划地进行，保证卫生服务顺利实现，并使卫生事业单位的财务活动有明确的收支增长和控制目标，充分调动单位和职工的积极性，使有限的卫生预算费用发挥更大的社会经济效益。

边际效益

边际效益(marginal benefit)的经济学意义是指增加一单位的投入因素所引起产出数量改变的单位。用数学公式表示：$MB=\frac{\Delta TB}{\Delta K}$，MB代表边际效益，$\Delta K$代表增加的投入单位，$\Delta TB$表示产出数量改变的单位。人们在长期的生产实践中发现，对于任何生产活动，在既定的技术条件下投入和产出都存在着这样的关系，即逐渐增加同样的投入单位，产出量和增加量不是一样的，而总是遵循产出量的增加量由递增到递减的过程，这一规律称为递减边际生产定律。这一规律也适用于卫生和健康投资。它在卫生管理中的应用在于对某一计划实现的卫生目标，选择一种措施时在初期可能大见成效，但随着目标的部分达到，投资扩大效益见小，这时应该考虑采用其他更有效的途径，也许效益会更好些。如中国在解放初期，血吸虫病流行猖獗，当时采取了一场大规模的群众卫生运动如灭螺，挖新沟填旧沟，以极少的经济投资，取得了举世瞩目的成就，有效地控制了血吸虫病的流行。但现在仍存在一些有螺的流行区，由于这些流行区的地理、生态状况不同于已经消灭钉螺地区，比如湖沼地区，用原来"灭螺"对策来消灭这部分螺区，技术上已不太适宜，即使投入更多更大的人力物力也难以取得灭螺运动初期的成效，事实亦说明如此。因此应该考虑采用其他技术和策略才能更有效地消灭最后这部分血吸虫病流行区。群众性灭螺运动控制血吸虫病流行的效益表现了在一定技术条件下，效益由增加到减低的过程，说明它符合边际效益递减定律。

上述关系可用图解加以说明。下图横轴I表示卫生投资数量，纵轴B代表效益，可以是发病率、人口寿命、治愈率和死亡率等等。曲线代表投资—效益曲线。在第一期投资量如I_1，取得的效益如B_1，第二期的投资量为I_2，总

投资量为$I_{总}$，$I_{总}=I_1+I_2$，且$I_1=I_2$。第二期的净效益为B_2，总效益为$B_{总}$。计算第1期的边际效益$-\frac{B_1-O}{I_1-O}=\frac{B_1}{I_1}$。第2期的边际效益$=\frac{B_{总}-B_1}{I_{总}-I_1}=\frac{B_2}{I_2}$。因为$I_1=I_2$，$B_2<B_1$，故$\frac{B_2}{I_2}<\frac{B_1}{I_1}$，即第二期的边际效益低于第一期。将投资的递增和效益的递增(减)作一曲线MB，其形状如下图呈



边际效益曲线

向上凸峰型曲线，这一曲线就称为边际效益曲线。

卫生费用

卫生费用(health expenditure)是指在一定时期内卫生服务提供过程中所消耗的经济资源。

卫生费用分为投资性发展费用(固定成本部分)和经营性业务费用(可变成本部分)两大类。用于卫生系统扩大经营的经济资源，包括劳动力和劳动资料是投资性发展费用；用于维持卫生系统在原有规模上经营的经济资源是经营性业务费用。当前，中国不提取折旧基金，固定资产的补偿和替换，靠国家预算一次性拨款解决。这项拨款称为基本建设投资，但实际是属于经常性业务费用用途的。

投资性发展费用主要包括征用土地费、修建建筑物和购买仪器设备等。

经常性业务费用主要包括卫生人员工资和其他报酬，药物和医用材料消耗和与卫生服务直接有关的后勤供应等。

有些费用虽同卫生保健有关，但一般不计入卫生费用之列；如病人就诊差旅费、陪客费和误工损失等；一些公共事业和环境工程如给水排水等；以及本科医学生教育培养费等。

研究卫生费用的意义　一个国家卫生费用反映该国卫生资料的投入总量，它占国民生产总值的比例，人均花费多少。它在很大程度上反映该国居民享有卫生保健服务的大体水平。卫生费用的政府和个人的承担比例，可以反映政府对卫生服务的重视程度和政府通过再分配手段对本国居民承担的经济责任，它直接反映本国居民对卫生服务的可获得程度；卫生费用还可反映卫生服务过程中各种物质和劳务的消耗情况，同其他健康指标结合一道，可以为制定和调整卫生发展规划提供科学依据。

卫生费用的特点　卫生人员工资约占卫生费用的30%—35%；药物消耗在卫生费用中占有十分重要的地位，越是基层医疗机构，药物消耗占卫生费用比例越大，这一点是中国同许多资本主义国家所不同的；医院的服务费用总额约占卫生费用总额的一半左右；中国仍有相当大比例的人口，尤其是农村居民要依靠个人自付卫生服务费用。

卫生费用的来源　中国卫生费用的来源有三大类：国家、集体和个人。

(1) 国家预算拨款：包括卫生经费拨款，卫生事业基本建设投资，以及国家机关和事业单位的公费医疗费用，国防费项下的医疗费。

(2) 社会救济基金：对于确有经济困难的自费患者，国家民政部门可以通过救济基金，解决部分或全部医疗费用。

(3) 国营企业的福利基金：国营企业可以按照工资总额或利润的一定比例，提取福利基金，主要是用于劳保医疗费用。

(4) 国营企事业单位附属医疗机构的基建和维持费用。

以上均属于国家来源的卫生费用。

(5) 集体企业的福利基金：有些集体所有制的工、商、服务企业也参照国营企业形成企业福利基金，为职工提供免费或部分减免的医疗费用。

(6) 农村集体经济的公益金：农村集体经济组织从公益金中提取集资医疗资金，资助村卫生室、补贴乡村医生的劳动报酬等。

(7) 合作医疗基金：由农民集体集资组成合作医疗基金，用于报销农民部分医药费用。

以上均属于集体来源的卫生费用。

(8) 个人支付的卫生费用：指患者直接用现金支付的全部或部分医药费用。如公费医疗的挂号费、住院费等；企业职工自付半数医疗费；职工家属、个人营业者和没有合作医疗的农民则要完全自费。

医疗服务成本

成本是指在生产或分配商品和劳务，或从事于这两种活动时所使用的生产要素的价值。医疗服务成本(medical care cost)则指在提供医疗服务过程中所使用的人、财、物等资源的价值。医疗服务的人力资源有医生、护士、药剂师等。资本资源中属于经常性消耗的物质材料有：药品、材料、试剂、X线底片等；属于周期较长的

固定资产有：医疗诊断治疗仪器设备、病房设施等。

影响医疗服务成本的因素主要有四个方面，即①收治的病种：如儿科主要收治儿童病人，妇产科主要收治分娩者和有妇科疾病的妇女。不同的疾病治疗的措施是不同的。一般来说，心脏手术所消耗的资源要比普通急性阑尾切除手术所消耗的资源大得多，故前者的成本就高。②收治病人的数量：由于提供每一单位医疗服务都要消耗资源，所以治疗病人愈多，消耗的资源量就愈大，成本就愈高。③资源利用效率：它主要反映在技术和医疗设备配备差异所造成的成本差异，我国医疗机构分为若干等级，各级医院有可能有效地、满意地治愈某种疾病，但若病人就诊级别不同，实际消耗的资源也不相同，显然基层医疗机构成本要比上级医院成本低一些。④医疗服务投入成本：指治疗病人所需花费的医生和护士的劳务成本、药品材料、住院费用等方面的资源投入的市场价值。

从财务角度讲，医疗服务成本可分为变动成本、固定成本和混合成本等。

凡成本总额与业务量的总数成正比例增减变动的成本，称为变动成本。这类成本的特点是成本总额虽与总业务量成正比，但单位服务的成本却固定不变。医疗机构中用于病人的药品材料消耗就属于这一类成本。

凡成本总额，在一定时期和一定业务范围内，不受业务量增减的影响而固定不变的成本称为固定成本。这类成本的特点是它虽在一定时期和一定范围内不受业务量增减变动的影响，但单位服务的成本却与业务量的增减成反比例变动。如办公费、差旅费和管理人员费等。

还有一些属于部分变动部分固定的成本称为混合成本。混合成本的总额，随业务量的增减而增减。但其单位成本，却随业务量的增加而不成比例地降低。如水电、燃料费等。还有一种成本，称为步增变动成本，性质近似混合成本，其特点是成本总额随业务量的增减而跳跃性地增减。

医疗价格

医疗价格（medical care price）是指消费者消费医疗服务所支付的单位货币。医疗价格的制定同一个国家的卫生保健制度有密切关系。医疗价格可以高于成本，亦可以低于成本。

在一些社会主义国家和实行医疗保健福利制的国家中，政府控制一切医疗资源的分配和利用，实行全民免费医疗。因此，对消费者个人来说，消费任何医疗服务的直接支付价格都接近于零。但并不等于医疗服务的投入是无成本的，只是由于政府干预实行再分配的一种措施而已。

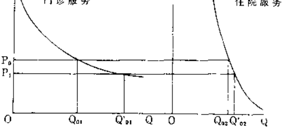
有些国家实行全民健康保险制度。医疗服务资源来自政府的财政拨款和个人保险费的交纳。消费者在消费医疗服务时，基本上也是低价格或免费的。保险费可视为医疗服务的间接价格，但对消费者而言，间接价格仍低于医疗服务的成本。

中国的医疗价格是统一由政府有关部门制定的。医疗服务是通过财政补贴以远低于成本的价格提供给居民的。在总体上体现了中国医疗服务的福利性质。但对不同社会团体，所享受的福利程度是有差别的。中国公费和劳保医疗享受者，直接由政府和企业为他们支付医疗服务费用。所以，尽管医疗服务价格已经低于成本，这部分价格仍不需要由个人承担，长期以来，他们消费医疗服务的直接支付价格接近于零。而对广大农村居民，他们直接承担的医疗价格在总体上就要比公费劳保享受者的比例大。而在他们中间，对医疗价格的承担程度也是有差别的。不少乡镇企业模仿劳保医疗，所以其职工消费医疗服务价格可以低达与劳保医疗享受者同等程度。有些地区有集体医疗保险（包括合作医疗），这些居民直接医疗价格就等于保险（保健）费加上自付比例。还有相当比例的农村居民是属于自费医疗，这部分人就得直接支付医疗服务价格，消费者个人承担的医药费用就要比上述其他消费者承担的费用大得多。

从全世界的医疗服务发展趋势来看，尽管医疗服务需求日益扩大，医疗成本日益上涨，但是对消费者个人来讲，直接承担的医疗成本和医疗价格则是日趋减少。主要原因是由于政府直接承担了更多的经济责任和医疗保险制度的普及。

卫生服务需求的价格弹性

价格弹性（price elasticity）是指一种商品销售价格变化的百分比同与之引起的该商品销售数量变化百分比的比值。卫生服务需求的价格弹性是指卫生服务价格变化百分之一所引起的卫生服务需求数量变化的百分比。为了直观表达起见，下图建立二个直角坐标系来说明其意义和应用。横轴代表卫生服务需求数量，用Q表示；纵轴代表卫生服务价格，用P表示。DD_1和DD_2分别代表两种卫生服务：门诊服务和住院服务。两条曲线表示卫生服务需求数量随着价格的上升而减少，呈反方向变化。用文字表达需求的价格弹性η：



卫生服务需求的价格弹性示意图

$$\eta=\frac{\text{卫生服务需求变化量的百分比}}{\text{卫生服务价格变化量的百分比}}$$

从数学上，价格弹性又分有点弹性和弧弹性。弹性值可分正负值，亦可大于绝对值1和小于绝对值1。正值表示需求数量变化同价格变化同向，即同增同减；负值表示需求数量变化同价格变化反向，即一增一减。需求的价格弹性多数是负值，这意味着需求数量会因价格上升而减少，随价格的下降而增加。价格弹性绝对值大于1，说明价格上升(或下降)1%，需求量将减少(或增加)超过1%，反之则相反。

研究卫生服务需求的价格弹性对掌握卫生服务计划和管理很有意义。人们发现，不同性质的卫生服务需求的价格弹性是不一样的，一般治疗性卫生服务价格弹性较大，而维持生命的卫生服务如医院服务价格弹性较小。这说明消费者对门诊服务需求的价格变化反应敏感，而对住院服务需求的价格变化反应就较不敏感。从图中可以看出当价格从P_0下降到P_1时，门诊服务需求量增加了$Q_{01}'-Q_{01}$，而住院服务则增加了$Q_{02}'-Q_{02}$。前者价格弹性比后者大，需求量增加变化也较后者大($Q_{01}'-Q_{01}>Q_{02}'-Q_{02}$)。

价格弹性还可以用来研究医院的收入。若价格弹性小于绝对值1，则提高价格会增加该项服务的总收入，降低价格会减少总收入。同样，若价格弹性大于绝对值1，则提高该项服务价格会减少总收入，降低价格将会增加总收入。

价格弹性对医疗保险费的测算也很有意义。价格弹性大的卫生服务需求，保险费要制定得高些；价格弹性小的卫生服务，保险费则可定得低些。

因此，研究卫生服务需求的价格弹性对了解消费者消费行为，卫生服务价格的制定和医疗保险费的测定有直接指导意义。它对卫生服务计划和管理有着很大的实用意义。

卫生服务生产函数

生产函数(production function)是指商品生产和生产该种商品所必须投入的因素之间的关系。可用数学模式表达如下：

$$Q=f(K、L、E等)$$

Q是产出量，K是卫生投资、L是卫生人力、E是教育、“等”为其他相关因素。卫生服务生产函数是指卫生服务终产品——健康或某一特定的健康指标同卫生服务投入和影响因素之间关系。研究卫生服务生产函数的目的在于达到既定的卫生目标时，使投入因素配置的成本最小，而获得的社会经济效益最佳。

归纳和建立卫生服务生产函数，第一，需要对什么是卫生服务的产出(outcome)下正确定义。根据不同的卫生计划，卫生服务产出可以是不相同的，如死亡率下降、传染病发病率下降、儿童龋齿率下降和新生儿死亡率下降都可视为一种产出；第二，搜集信息，调查研究，找出可以干预“产出”的投入因素和影响“产出”的有关因素；第三，建立一定的数学模型，采用一些经济学分析方法进行因素分析，如边际效益分析，成本-效益和成本-效果分析，投入-产出分析等。分析的基本原则是达到预期的目标时，使各项投入因素的开支总和最小。

国外有人采用卫生服务生产函数来研究人口死亡率下降同投入因素之间的关系。结果发现每增加1%医疗服务开支会使人口调整死亡率下降0.1%；教育开支每增加1%会使人口调整死亡率下降0.2%，其效果为医疗服务开支的2倍；而烟草的消耗量每增加1%，则意味着增加0.1%的人口调整死亡率。用同样的方法，国外研究报告发现，本世纪初以来的新生儿死亡率的大幅度下降，主要与家庭收入提高，识字率和教育投资增加，出生率下降和抗生素的发现等因素有关，而纯粹的医疗服务并没有为此作出人们所想象的任何贡献。

由此可见，研究卫生服务生产函数的目的在于对既定的一项卫生计划或卫生目标，通过建立数学模型的过程来找出对该卫生服务产出有关的投入和影响因素，根据各种因素的作用强度，组合及配置最经济的投入因素，以最低的投入成本达到效果最佳的产出的数学模拟决策方法。

卫生服务市场

卫生服务市场(health service market)是指卫生服务提供过程中的价格作用以及影响因素。

现代卫生服务市场除了和普通商品市场存在着消费者(病人)和提供者(医生和医院等)外，还有第三方(保险公司和付费人)的参与。卫生服务需求意识虽然是以消费者个人动机为主，但在交换过程中消费者个人往往不直接支付费用，而是通过第三方的补偿机制来完成的。这是当前国内外卫生服务市场区别于普通商品市场的特点之一。

近几十年来，一些以市场机制为主的西方国家，采取了投资和经济激励措施，以期普及卫生服务和降低服务价格。但实际情况是，卫生资源投入愈多，医生愈多，卫生服务价格并没有按照人们所想象的那样，遵从市场规律下降价格，相反，卫生服务价格超过其他所有商品价格迅速上涨。通过对卫生服务市场结构的分析，发现存在一些问题，如提供者的垄断性质。提供者通过考试、行医执照等规则来限制其他行业的人进入这个职业。同时又发现提供者追求利润的目标同控制性生产所追求的最大利润目标不同，是一种称之为“目标投入”的目标，即以假设各种专业的提供者都追求自认为“合理”的收入标准为依据。再加上消费者缺乏对卫生服务的选择权利，而由提供者代理病人选择消费，使得这种“目标投入”行为变为可

能。结果是提供者愈多,卫生服务数量愈增加及价格更高。

从需求方面来看,除了消费者信息缺乏外,还与卫生服务中缺乏相应的、充分的替代产品有关,从而造成消费者缺乏选择余地。另一方面,由于医疗保险覆盖面愈来愈宽,个人直接支付卫生服务价格的比例愈来愈小。因此,消费者对医疗服务价格的上涨就不如其他商品价格的上涨反应敏感,这就促使卫生服务需求的扩张更难以通过市场来调节。

卫生开支迅速膨胀,卫生服务价格过快上涨是当今不少国家面临的一个问题。如何对卫生服务市场进行改革和干预,如何调节需求和供应关系,在未来相当长时间内仍是一个棘手的问题。

中国的卫生服务长期以来是中央计划下的福利事业。国家统一计划卫生人员的培训、医药器材的生产,卫生服务的提供大部分没有按照投入成本来确定价格,而是采取国家财政补贴下的低价甚至免费提供。所以卫生服务供需的平衡不是由价格规律来调节的。即使在供少求多的情况下,也不会产生卫生服务价格的上涨,因此不会存在超额利润所引起的社会资源利用转移的现象。由此可见,中国的卫生服务虽表现有市场上"买"和"卖"的行为,但缺乏市场机制对卫生服务供需的调节作用。当前卫生体制的改革,对卫生服务性质、市场机制作用的理论和应用仍有待于进一步的探索。

医疗服务补偿

医疗服务提供本身要消耗物质材料和劳务时间,故需要有补充机制才能维持医疗服务的再提供。医疗服务这一过程称为医疗服务补偿(health service reimbursement)。根据医疗服务的补充来源和方式,有以下几种主要的医疗服务补偿机制。

个人补偿 医疗服务是以私有制方式提供的。医生挂牌行医出卖医疗服务,按市场行情制定医疗服务价格,直接向病人收取费用。医生靠收费来覆盖成本和获得个人收入。这是一种以营利为动机的服务方式,一般得交纳所得税。这种提供形式在中国是少数。

国家和个人共同补偿 中国大部分医疗机构属于国有或集体所有的。目前通过卫生事业拨款来维持医院的投资和建设等固定成本开支,使医疗服务低于实际成本的价格提供给城乡居民。医疗服务的可变成本部分则由公费和劳保医疗基金和个人自费等方面的资金来补偿。医生多数是国家和集体职工(除大部分乡村医生外),收入来自卫生事业预算的人头费和部分服务收费。工资同医疗服务数量的提供没有明文规定的联系。

国家补偿 医院均为国家所有,直接由政府拨款经营,医生纳入国家公职人员轨道,以工资收入为主。医疗服务是全民免费的。英国、苏联和北欧一些国家就是由国家拨款直接补偿医疗服务成本来维持再提供的。

第三方补偿 在广泛普及医疗保险制度的国家中,居民义务和自愿参加医疗保险组织。个人交纳保险费后,在消费医疗服务时就不必直接支付费用,或仅支付极少一部分费用。医疗服务的补偿是由提供者(医生或医院)通过向病人的保险公司寄帐单,由保险公司——第三方代付的。在这些国家中,多数医疗机构是民间经营的,医生是属个人开业性质的。医疗服务补偿包括物质消耗和医生及其他提供者的劳务费。

以上各种补偿机制均利弊并存,许多地方亟需进一步探索改革。如个人补偿制,并不能为广大居民提供充分和必要的医疗服务,尤其是穷人和老人,他们往往因经济困难,无力支付,从而恶化社会不公的现象,加速社会的两极分化。中国的补偿制度有它合理性的一面,即在国家承担大部分医疗服务成本的同时,让居民适当分担若干比例的费用。但也存在着财政补贴不充分,医疗价格定得过低,造成医疗单位经费紧张,难以维持再提供等问题。若按医疗服务成本制定价格,又会使广大以自费为主的农村居民承受不了的矛盾。国家补偿制虽然使全体国民享有医疗保健,但也存在需求量过大同国家单一财力难以承担全部医疗成本补偿的矛盾。第三方补偿制的医疗服务提供者大都是私有制的,提供者的收入大部分直接来自第三方的补偿。因补偿额同服务数量直接挂钩,结果造成滥施医疗,使医疗成本和价格过快上涨。如何控制这一趋势,尽管采取了许多措施,但收效仍不显著。

医疗服务收费制度

医疗服务收费制度(health service pricing system)是指把医疗服务作为商品出卖时所规定采取的一种价格形式,本质上是不同社会制度下决定医疗服务价值的货币表现。医疗机构在提供医疗服务过程中要耗费物化劳动和活劳动,医疗收费是这一过程资源耗费的补偿形式之一。医疗服务收费制度同社会制度有关,在中国,社会主义卫生事业是具有福利性的。因此,其医疗收费制度具有若干特点,第一,实行计划价格。医疗服务主要由全民所有制和集体所有制的医疗机构提供,医疗收费标准由国家有关部门按照分工管理权限和审批程序,有计划地规定和进行调整,未经主管机关批准不得随意变动。第二,实行低价政策。由于社会主义医疗服务具有福利性质,同时考虑到广大人民群众经济负担能力,在中国医疗收费标准一般低于医疗服务成本,除了直接收费补偿一小部分劳动耗费外,大部分通过国民收入的再分配,从国家财政拨款中补偿给医疗机构,维持其再生产。这种政策特点在收费标准上的体现,使构成中国现有的医疗服务收费制度。

但这种医疗服务收费制度还存在一些矛盾,主要表现在长时期的业务收费加财政补助额低于医疗服务成

本。医疗服务收费标准长期来没有考虑医疗服务投入成本的变化。有人测算做一阑尾炎手术不包括医务人员劳务费用的物质消耗成本是 21 元，而规定的收费标准只有 7 元，仅相当于物质成本的 1/3。这样，医疗单位每支出 300 元的物质成本，才能回收 100 元的补偿。如果说由于医疗收费标准低于成本，所造成的不是差额完全由国家财政预算补贴的话，那么，医疗服务提供过程虽属不等价交换，但整个服务消耗可由业务收费和财政补助得到完全的补偿，对于医疗机构来说，仍旧是等价交换的，故医疗机构得以维持简单再服务。可是财政补助不是按服务成本和收费之间的差额来计算补助单位的。医疗服务过程中消耗量的多寡同财政补助数额没有联系。所以，医疗机构提供服务数量越多，自身亏损就越大 相反，减少服务量，却可减少亏损额。现行的医疗服务收费制度不但没有跟上工业品价格的上调，相反，1958 年后还三次大幅度降低收费标准，这样下调又没有得到相应财政补贴支持。医疗服务机构就是在这种不等价交换的情况下经营，结果造成医疗单位将国家用于发展扩大再生产的资金转用于维持简单再生产，无力补充固定资产的消耗，影响了卫生事业的正常发展，造成医疗服务同人民生活水平的改善、需求的提高不相适应的局面。

医疗服务收费制度的调整和改革确是势在必行。在改革中，应吸取教训，总结经验，认真处理以下几个关系：确定国家卫生预算在国民生产总值的比例；确定卫生费用在各级政府、集体和个人承担的比例；确定卫生预算要覆盖的医疗服务成本项目和成本比例；明确需要靠收费来覆盖的服务成本项目；通过科学地计算服务成本来制定收费标准，使成本同收费挂起钩来，目的是使收费至少持平于成本。服务成本应根据购进的物质和投入劳务的市场价格的实际情况，客观反映成本的价值，保证成本的计算既不损害消费者的利益也不损害医疗单位的利益。对属于社会不同团体，享受不同的保健制度，不同支付能力的消费者，尤其是以自费为主的广大农村居民，要适当考虑他们的现实情况，在原则上努力使收费改革不导致他们同其他人相比，对医疗服务的获得和支付能力的差距扩大。此外，制定相应的法规，使医疗服务收费制度得到充分的法律保护和监督。

医疗服务消费价格指数

消费价格指数(consumers' price index)又称零售物价指数，它是用来表示消费者按一定的商品消费比例所消费的商品的相对价格的变化。其计算是通过各种商品价格的变化情况和消费数量作为权重来求得的。医疗服务消费价格指数(简称医疗价格指数)是通过搜集医疗服务项目的价格变化和消费数量的权重来计算人群对医疗服务实际支付能力的变化情况的。

医疗价格指数的应用 ①如零售物价指数一样，它可以反映整个医疗服务价格的变化情况。直观地让人们了解医疗服务总体价格水平是低于或高于往年，变化数量是多少。根据上涨(下降)的百分数，同消费者个人的收入增长水平相比较，若医疗价格指数上涨幅度大于(小于)收入增长幅度，则消费者实际购买医疗服务的能力就下降(上升)。同时，可以了解消费者支付能力的变化情况。②可以反映政府卫生开支增长情况。比较政府卫生开支增长率和医疗价格指数，可以看出政府实际卫生开支的增减情况和增减幅度。例如把公费医疗开支同医疗价格指数作比较，若公费医疗开支增长速度大于(小于)医疗价格指数上涨的幅度，则公费医疗开支实际上是增加(减少)了 ③医疗价格指数还可以告诉人们，在多种医疗服务中，哪一些种类上涨速度最快，哪一些种类上涨速度较慢或持平。通过研究各种医疗服务的上涨原因，就可能采取相应的措施控制不合理上涨的服务，为卫生决策者作管理决策和计划调整提供基础数据。在美国，通过医疗服务价格指数发现，以 1967 年为 100，到 1980 年药品材料的价格指数为 186.5，而同期医生劳务费却高达 318.2，前者增长不到 2 倍，后者增长 3 倍有余。由此可见，医生劳务费的上涨是医疗价格上涨的重要因素之一。

应注意的问题 零售物价指数是以终产品——商品来计算的。医疗价格指数不是根据终产品——健康恢复来计算的。而是根据投入因素，如药品材料消耗、医生劳务时间、住院天数等来计算的。实际上要用医疗服务的终产品——健康恢复来计算价格指数不但是非常困难甚至是不可能的。这是这两种指数的区别。由于医学科学的进步，对治疗同一种疾病，费用的投入量不断增多，成本不断昂贵，因此有人抱怨医疗价格指数只反映医疗服务的上涨而没有对医疗质量的提高进行权重，容易给人们造成医疗价格上涨过快的感觉。社会群体享受的医疗保健制度不同，对医疗价格指数上涨的影响程度是不同的。对公费和劳保医疗享受者来说，由于他们实际上是免费医疗，故医疗价格指数上涨对他们的医疗服务消费能力没有多大的直接影响。但对完全自费者来说，就要看其收入的增长速度。若两者增长速度基本一致，则自费者对卫生服务的实际购买能力保持不变，若收入增长低(高)于医疗价格指数的上涨，则实际支付能力就下降(或上升)。

建立适合国情的医疗价格指数是卫生管理和计划的重要基础数据之一，这有待于有关方面的努力探索和研究。

医疗保险

医疗保险(health care insurance)是在一定人群中筹集医疗基金，患病时实行互助合作，分摊风险，并由政府通过立法形式规定下来的一种医疗制度。

近年来，中国一些地区借鉴国外医疗保险的某些有益经验，在城镇举办《合作社职工医疗保险》的试点。例

如，中国人民保险公司上海分公司，自1983年1月1日起，在城镇独立核算、自负盈亏的合作社和合作性质的企业职工中开办了医疗保险。每人每月交付3元组成医疗保险基金，合作社必须按参加人数每月交付医疗保险费，直至被保险人退休为止。被保险人患病时，必须在指定的医疗机构就诊，医疗费用的70%向承保单位报销，被保险人自己负担30%。各地保险公司仿照上海市的办法，正在陆续开办这种医疗保险。一些集体单位根据自己的经济条件，集体向保险公司缴纳一定的医疗保险金，为本单位职工投保，使这部分集体企业的职工在医疗方面获得照顾和帮助。有些县还对特定人群或疾病实行预防和医疗一体化的医疗保险。例如湖北省洛宁县于1984年11月成立了"防治儿童疾病保险公司"，群众集资，县、乡、村三级医疗机构负责，对7岁以下儿童实行四种疾病的预防和治疗一体化保险。江苏省东海县于1984年12月末成立了"东海县儿童健康保险中心"，实行自愿报名，群众集资，对12岁以下儿童实行全保险和半保险。四川省眉山县和简阳县正在进行中国农村健康保险制度的试点和研究。中国的医疗保险制度具有以下几个特征：

(1) 医疗保险是一种社会保障制度，要体现互助互济、风险分担的原则。医疗保险既有保障性，又有一定的强制性，医疗保险的具体制度和办法应当通过立法的形式加以确认。

(2) 建立保险形式多样化和保险待遇多层次性的医疗保险体系。医疗保险制度应该多渠道集资、多形式投保，不同所有制的不同企业，根据自身的经济负担能力可以按不同的标准集资投保，相应地享有不同的待遇，以满足职工群众不同层次的医疗需求。

(3) 建立以社会保险专职机构为主体的管理体制，实现医疗管理社会化。

保险覆盖

保险覆盖(insurance coverage)通常是指保险组织对投保人生病就医花费的经济保护程度。覆盖面愈高，意味着医药费报销(减免)比例愈大，个人支付愈少，100%的覆盖就等于全部免费医疗，医药费均由保险组织承担。但实际应用中，保险覆盖的涵义已被延伸，基本内容可分为三种：人口覆盖率、覆盖程度和覆盖种类。

人口覆盖率指一定区域内居民拥有医疗保险的人口比例。人口覆盖率往往和国家的医疗保健制度有关。中国国家干部、职工和工人均能享受公费或劳保医疗，保险覆盖率几达100%。

农村合作医疗保险在高峰时期也曾覆盖了80%以上的农村人口。加拿大等资本主义国家，实行全民医疗保险制度，所有的公民均享有医疗保险，其覆盖率在理论上可高达100%。保险覆盖率的高低还和个人或家庭的支付能力以及对疾病的知识和态度有关。在美国，社会保险业可谓高度发达，医疗保险计划可供选择的种类繁多，但是，目前美国社会上仍有一部分人根本没有或只有不充足的医疗保障，他们中有相当大比例是穷人，买不起医疗保险。

覆盖程度是指投保人的医药费用可以得到保险组织减免(报销)的比例。减免比例大，则覆盖程度高，反之亦然。覆盖程度与保险组织形式和消费者个人选择有关。如当前一些农村地区组织了一些类似医疗保险的集资医疗，考虑到农村居民对保险费的接受程度及支付能力，经常采取低保险费低覆盖程度的做法。具体做法有规定只报销医疗费，不报销药费；只报乡、村二级就诊费用，不报县以上级就诊费用；只对住院费用减免，不对门诊费用减免等。在一些西方国家，购买医疗保险时自己可以选择项目，保险系数大，支付的保险费就高，获得保险覆盖程度亦高。

覆盖种类指保险组织对投保人提供的保险项目。一般来说，保险计划除了规定保险项目之外，经常也规定一些不保项目。公费和劳保医疗对一些非治疗性用药、补药就不予报销。国内外保险组织通常规定吸毒中毒、服毒自杀行为、打架殴斗致伤和酗酒开车伤亡事故等为不保项目。

保险副作用

保险副作用(insurance negative effect)是指实行保险制度后所引起的消费行为改变的若干现象，而这些现象并不是保险本身或社会所期望的。比较典型的现象有逆反选择、不理性和诱导性消费等。

逆反选择(risk aversion) 保险费的测算通常只是考虑人群患病就医的平均机会。实际上，个体的健康状况并不一样，那些了解自己或家庭健康状况、发现自己有较高的医疗需求和愿望的人较容易接受保险；而那些年轻体壮、觉得近期内不会生病的人可能不愿意参加保险，这种现象称为逆反选择。其结果是医疗需求低，花费少的人不在保险人群里，于是导致实际投保人群的医疗需求水平高于测算水平，造成保险收人不敷支出。若保险公司再提高保险费，那么，在保人群中又会有一部分人进行逆反选择，最终导致保险公司所保的人群仅属高危人群，疾病风险难以在人群中播散。要控制逆反选择可采用义务性投保、按户入保、按人群的年龄、性别、职业和健康状况精确测算不同水平的保险费。

不理性(moral hazard) 医疗保险的机制就是依靠大部分不看病的人补贴小部分看病的人来实现群体分担经济风险。对于每个投保人而言，由于医药费用可以报销或减免，就诊时自己直接支付的钱就显得少，等于医疗服务价格下降，从而提高了实际消费能力。因此，整个在保人群的医疗需求水平提高，医疗费用规模扩大。保险公司必须提高保险费收入才能继续承担同样的报销范围和

比例。这种因价格作用刺激了过多的医疗需求的现象称为消费者不理性。要控制这一现象需要加强对投保人的宣传教育和采取一些费用分摊承担机制等措施。在国外，由于多数人购买汽车保险，造成了交通事故增加；中国的公费、劳保医疗和过去的农村合作医疗也因看病不花钱，要医生开好药贵药等浪费现象，这些都和消费者不理性有密切关系。

诱导性消费(induced consumption) 医疗服务消费同普通商品的消费根本区别之一就是医生实际上是病人消费服务的指导人。若医生的收入和他们提供的服务种类和数量直接有关的话，就存在着医生提供更多的服务来获得更高的收入的潜在激励作用。医生的这种行为称为诱导消费，由此而引起的过度消费称为诱导性消费。在一些西方国家，医生想挣更多的钱，就给病人多做检查、多做化验甚至多做不必要的手术，人为造成医疗服务成本的上涨，浪费有限的卫生资源，又给病人造成不必要的痛苦。如何控制这一不良现象，措施虽多，但收效甚差。可以说至今还没有找到满意的答复和合理解决的手段。

保险资金筹集方式

保险资金筹集方式是指保险组织者为了支付投保人的医药费用所采取的征集保险基金的途径，它同一个国家的医疗保健制度有着密切关系。但不管集资途径有何不同，来源不外是各级政府、集体和个人等几个方面，其差别主要表现在支付途径和支付比例上。

公费医疗是中国现阶段对机关、事业单位工作人员以及大专院校学生实行的一种免费医疗保险制度。资金由国家通过财政预算从国民收入中统一拨出，属于国民收入再分配的范畴。公费医疗超支一般由国家财政承担为主。每个职工不论职位高低、财力大小、资历深浅和收入多寡，凡是患病就诊住院均能基本免费或绝大部分免费享受医疗服务。

劳保医疗是中国法定的劳动保险制度的一个组成部分，是对企业工人和职员实行免费、对工人职员家属实行半费的保险制度。其资金从“企业职工福利基金”中支出。福利基金是按照企业职工工资总额和国家规定的比率在生产成本项下列支。福利基金按工资总额的11%提取，其中医药费用开支定为工资总额的5.5%。提取的资金由企业本身负担管理，超支部分由企业自己承担。因此，劳保医疗保险资金的筹集是由企业职工的工资和国家财政免税部分共同组成的。

农村合作医疗是指中国农村居民通过个人和集体共同筹资为本社区(一般以村或乡为一单元)村民提供减免若干医药费用的保险制度。经济体制改革以前，合作医疗基金主要来自生产大队的公益金和社员个人投保费。两者比例因地而异，但是超支亏损一般由集体经济承担。改革后，合作医疗基金来源就比较多样化，有的仅来自个人的投保费，有的来自个人投保费和村集体资金，有的则来自个人、村集体和乡政府财政补贴。但个人要付出较大的份额，集体经济对合作医疗基金的经济责任较改革以前灵活。

国家医疗保险制度，这里主要指在全国范围内实行一种法定的医疗保险制度。英国和北欧一些资本主义国家就实行这种制度。医疗保险金的筹集主要来自国家卫生拨款和个人收入。个人交纳的保险费是按收入比率提取的，一般为5%—9%。保险费没有固定的金额，而是根据个人支付保险费的能力来决定个人缴纳的多寡，与个人的健康状况无关。收入高、富裕的人比收入低、贫穷的人实际支付的保险费要多，同时，保险费交纳数量同享受医疗服务的权利无关。

民间医疗保险制度，是指由民间盈利和非盈利的保险公司向个人出售保险计划，投保人通过缴纳保险费鉴定合同从而获得保险计划规定的医疗费用的减免范围和比例的制度。美国多数国民是购买民间保险的。保险公司筹资的两种途径是：①直接向个人出售保险；②通过企业向雇员出售保险。个人购买保险的保险费全部由个人或其家庭承担；由企业雇主购买保险则保险费的那一部分收入不计入雇员纳税范畴。所以，个人购买只是由个人向保险公司出资，企业购买除了个人支付外，政府还通过减税承担了部分保险资金。美国多数民间医疗保险公司，都是依据年龄、性别、职业等特征分别测算出不同的医疗费用再确定保险费的。

保险对医疗消费调节方式

保险对医疗消费调节是指通过规定投保人支付部分医药费用，以期控制医疗服务的过度利用和医疗需求的过快扩张的一系列措施。主要的调节方式有：定起保点、按比例报销、保险封顶、不保项目和转诊限制等。

(1) 定起保点：是指规定投保人保险后在消费医疗服务时，个人在起保金额范围内承担全部医药费用，医药费用超过起保点，保险公司才开始承担起保点后的医疗费用。

(2) 按比例报销：是指医药费用由保险组织和投保人根据保险计划按一定比例共同分摊医药费用的一种措施。不同的保险计划，报销比例也不同。

(3) 保险封顶：是指保险计划规定投保人一次性或一年期的医药费用给予减免的最高限额。不同的保险组织和不同的保险计划所规定的最高减免限额差距很大。

(4) 不保项目：是指保险组织在同投保人签定保险合同时，事先规定它不承担费用的医疗服务项目。如服毒自杀抢救费用；吸毒中毒、打架斗殴致伤的医药费；拔牙镶牙医药费等大都属于不保项目。中国公费医疗规定，凡标有“健”字的药品均不属于报销之列；住院病人经说服动员仍不出院的，自通知后的第三天起一切费用自负等。

也属于不保项目规定。

(5) 转诊限制：是指保险组织对投保人就诊选择的限制，以期控制投保人选择成本高的医疗服务的有关措施。中国农村集资医疗制度一般规定村民只能在本村卫生室(站)看病才给予医疗费报销，若未经许可擅自越级在外村就诊，医药费用由个人自理。在中国公费劳保医疗都规定有挂钩医院，凡公费或劳保医疗享受者未在挂钩医院办理转诊手续，在非挂钩医院就诊的所有医药费用必须由个人自己承担，都属于转诊限制的例子。

保险补偿方式

保险补偿方式是指保险组织对所承担的医药费用的补偿过程。根据支付对象，可分为直接支付投保人和直接支付提供者(医生和医院)两种；根据付款时间，直接支付提供者又可分为事后付款和先期付款两种。

直接支付投保人 是指投保人就医时自己先垫付医药费用，保险组织再根据投保人出示的费用凭证按规定补偿投保人的过程。中国农村合作医疗对村民在上级医疗机构就诊费用的补偿方式基本上属于这一类型。

直接支付提供者 是指提供者不直接向病人收取医疗费用，而是通过转帐再由病人的保险公司补偿提供者的过程。保险公司的付款方式以这种最为普遍。

事后付款主要方法有按服务付费和按住院人天平均费用支付等。按服务付费是指把治疗过程分为若干单元，每个单元都具体规定补偿标准的一种付款办法。例如阑尾切除术，可分为术前处理、手术和术后护理等几个单元，保险组织则根据提供者提供的服务单元种类和数量来支付提供者的医疗费用。按住院人天平均费用支付是指医院全年用于治疗住院病人的费用除以全年总住院天数得出人均日住院费用，保险组织再根据自己的投保人在医院的住院总天数来计算应付款的数额。由此可见，这种付款方式和病人具体患什么病用什么治疗无关。

先期付款的主要方法有按人头定额补偿和按疾病诊断分类预付。按人头定额补偿的方法是保险组织把自己的投保人按人均医药费和劳务费事先支付给提供者，让提供者承保这群人的医疗服务。极端地讲，所承保的人若无一就诊，则承保的费用归提供者所有，若利用过度，提供者要自负亏损。按疾病诊断分类预付制的方法是把疾病的种类、性质归纳成不同阶段和类别，一种疾病一俟诊断明确，根据归类就确定保险组织补偿提供者的限额的一种措施。

从实际情况来看，事后付款制容易刺激过多过高的医疗需求，容易助长诱导性消费，增加浪费现象。预付款制度可以较好地缓和事后付款制的矛盾，但人们又担心提供者会提供数量不足甚至低质的医疗服务，从而抑制正常的医疗需求，降低医疗质量。

医疗保险机制

医疗保险机制(medical insurance mechanism)是通过投保人交纳保险费组成具有法定用途的专门资金库，用以支付投保人群中的个别或少数成员的患病医药费用，把疾病带来的经济风险由个人承担转为由整个投保人群共同分担的一种措施。

举例说明人们愿意购买保险，有人愿意组织保险公司或开展医疗保险业务的道理。假设患某种疾病平均要花医药费 1 000 元，每人每年得病的概率为 1‰。这样，人群中每个人每年因患这个疾病的期望损失就是 1 元(期望损失＝医药费×发病概率＝1 000 元×1/1 000＝1 元)。对于人群中的每个人来说，自己是否会得这个疾病往往是无法预估的。但人们发现大多数人愿意支付 1 元或 1 元以上购买保险，以换取来年万一患病时免得蒙受 1 000 元的经济损失。显然，对大多数人来讲，明确损失 1—2 元要比可能损失 1 000 元的经济效用价值要小得多，这种现象在保险学上称为避险心理。从保险公司来看，在一个较大人群中，疾病的发生概率却是比较恒定和可测知的。保险公司通过计算期望支付的费用和管理费用，便可求得人均保险费。假如保险公司的管理费为人均 0.1 元，那么，每人征收 1.1 元的保险费就得使保险公司保持不亏不盈。但实际上由于避险心理作用，保险公司制定保险费为 1.2 元甚至更高些还是能被许多人所接受，这样，保险公司就有盈余甚至赚钱的可能。因此，医疗保险就是利用个人对疾病难以预估所导致的避险心理，而在正确预测人群中疾病发生概率的基础上预先征集资金，实现医疗保险。医疗保险机制还与以下几点有关：

(1) 若疾病发生概率非常低，比如十万分之一，对每个人来说得病机会就近于零，在这种情况下就很少人愿投保；若疾病发生概率很高，就等于个人可以预测自身的患病的机会，这样人们往往不愿意购买保险。

(2) 若疾病发生所导致的经济损失很大，人们就越倾向于购买保险；反之，经济损失很小，人们往往愿意自己承担。

(3) 保险公司承保的疾病的发生应是零散独立的。若疾病的发生带有集聚性，则承保这种疾病的经济风险就很大。

医疗保险费测算

医疗保险费测算(premium projection in medical insurance)是对一定的保期内每个投保人平均所需医药费用和管理费用的估算。若制定的保险计划包括门诊和住院服务，则需要采用四个数学模型来估计门诊利用概率、门诊平均每次费用、住院利用概率和住院平均每次费用。然后，通过下列步骤计算人均保险费：

门诊费用＝门诊利用概率×平均门诊费用

住院费用＝住院利用概率×平均住院费用

纯保险费＝总医药费用＝门诊费用＋住院费用

实际保险费＝纯保险费＋人均管理费用

事实上，仅通过这些步骤估测出来的保险费是难以付诸实施的。以下提供了在制定保险费水平时必须同时考虑的几个主要因素：

（1）参加保险性质：保险费的测算通常是在一定的人群中通过抽样调查和搜集医疗机构医药费用记录得出的。其保险费是代表人群的平均水平。若保险是法定义务参加的，那么投保人群特征（如经济、文化和人口构成）和测算时的抽样人群特征相似，保险费的收入可以抵得过支出。若是自愿性质的，人群中年轻体壮的就不一定参加，而且有较大疾病倾向的人则会有较高比例的人参加。这样，实际参加保险的人群健康状况和抽样人群的健康状况就不一样，投保人群实际需要的医药费开支可能高于预测费用而造成超支。西方国家在制定保险费时，都是根据年龄、性别和职业等分别计算出各类人群保险费，以避免上述现象的产生。

（2）减免（报销）：对于自费医疗的人群，实行保险后每个投保人消费医疗服务而直接支付的价格就较以前为低。假定人群特征不变，整个人群医疗需求量肯定比保险前来得高，减免程度愈高，报销比例愈大，所增加的需求量也愈多，反之亦然。在同等减免程度下，门诊需求量增加又比住院需求量增加要明显。

（3）医院级别：中国城乡医疗机构在技术上都分级别。治疗同样的疾病，尽管可能在不同级别的医院效果相差不大，但所花的成本并不相同，所需补偿的水平也不同。所以，在制定保险费时，还得考虑投保人在不同级别医院的就医比例，从而调整或修正预测的保险费。

（4）经济规模：测算了实际保险费后，还得考虑投保人群的大小。若投保人群过小，疾病经济风险难以播散，容易造成亏本。一般地说，投保人群大，即经济规模大，保险公司对经济风险的承受力就愈强，经营就愈稳定。

卫生事业管理

卫生事业管理

卫生事业管理（health service administration）是指运用现代管理学的原理和方法，计划、组织、指导、控制和协调卫生资源开发、分配和利用，并通过卫生服务系统向个人、组织和社区提供各类卫生服务，以实现满足居民卫生保健需求，创造有利于健康的环境为目标。

卫生事业管理包括四个要素。首先它是一个过程，其管理职能和管理活动是相互作用，相互联系，不断变化的。管理者不能脱离国情民情，不能脱离社会大环境。其次它又是有组织和有定向目标的，一切管理活动都应从保护人民健康这个目标出发。在共产党和政府领导下，坚持社会主义方向，为国民经济服务。第三，卫生目标是通过人力资源和其他资源的利用实现的。要发动社会各阶层参与。最后，卫生事业管理是在一切卫生组织中的各项行政和技术管理。

卫生事业管理包括医疗服务和公共卫生管理两个方面。其管理类型既有行政管理，又有技术管理。前者侧重于计划（中央或区域卫生发展计划）、项目规划（人员培训项目规划，基建项目规划等）和评价，着眼于宏观政策上。后者侧重于政策执行的细节，着眼于管理技术上。

卫生事业管理的方法主要有行政的方法，法律的方法，经济的方法，宣传教育的方法和咨询顾问的方法。

行政方法 这是指依靠各级政府卫生行政管理机构和领导者的权力各种措施，通过强制性的行政命令，直接对其所属的医疗卫生单位及医学教育研究机构发生影响，按照行政系统实施管理的方法，卫生行政管理系统一般采用命令指示、规定、指令性计划等方式对子系统进行控制。行政方法具有权威性、强制性、阶级性、原则性和政策性的特点。应当遵循①集中管理原则：统一指挥，不搞多头领导，注意效率。②系统原则：组织机构以事为中心，因事设机构，因机构定职务，因职务择人员，集中领导，分级管理，各司其职。③责权利一致的原则：每一个管理岗位都有明确的目标和责任，同时授予相应的权力，权与责必须大致相等。

法律方法 这是指运用法律这种社会规范进行管理，是国家权力机构实施宏观控制的方法，《药品管理法》、《食品卫生法》等都属于运用法律进行管理的方法。法律方法具有鲜明的利益性、概括性、规范性、强制性和

稳定性。近年来中国卫生立法有了很大进展但仍不完善，如医师法等重要法规尚未正式颁布。

经济方法 是指依靠医疗卫生组织，按照客观经济规律的要求，运用经济手段来管理经济的方法，对于行政方法、法律方法起补充作用。经济方法必须体现：①按照经济规律办事的原则；运用价格、税收等经济手段，调节卫生服务市场。制定合理的医疗服务价格，指导卫生服务的生产和消费。②在首先着眼于社会效益的前提下，讲究经济效益的原则：研究切合本地区实际情况的适宜卫生技术，适宜卫生人力和适宜规模，防止贪大求洋，盲目发展。③贯彻奖惩结合的原则：把医疗卫生单位职工的个人利益同他们本人的工作业绩，以及其所在单位的效益结合起来，使他们不仅关心本人的工作，也关心所在集体的生存和发展，促使他们积极参与管理活动。经济方法是管理中一个极为重要和有效的方法。但在卫生事业管理中的应用受到卫生事业的福利性和卫生技术人员工作业绩的不确定性的限制，滥用经济方法来管理医院、卫生防疫站及其他卫生单位片面追求经济效益，则会对卫生事业的发展起危害作用。

宣传教育方法 是指通过语言、文字、形象等启发受教育人的觉悟，使其自觉地根据组织目标来调节自己的行为的一种方法，是卫生事业管理中必不可少的重要方法之一，宣传教育方法是激发职工工作热情的重要手段，对于知识密集型的卫生服务系统尤为重要。任何其他的管理方法都不能代替宣传教育方法，反之，法律方法、行政方法、经济方法都依赖于宣传教育方法的作用，使人们能够了解领会，进而实施。政策、法令、规章制度执行的好坏与宣传教育是否得当、是否得力密切相关。宣传教育方法的效率取决于其内容的真理性、领导者的权威性、宣传方法的艺术性、接受者的思想状况等因素。

咨询顾问方法 是卫生管理决策部门根据工作需要向咨询顾问机构或咨询顾问人员提出问题、请求解答的方法。中国卫生管理咨询顾问机构的组织形式有以下几种：①政策研究机构：卫生部设立了卫生管理专家委员会，并建立了政策法规司，各级地方政府卫生主管部门也大多设立了卫生政策研究室，直接为主管部门提供可选择的卫生政策，为卫生事业管理的科学化、决策的民主化服务。②专业研究机构：一些高校建立了管理科学教学研究机构，如上海医科大学的卫生政策研究室、安徽医科大学的农村卫生政策研究室，他们的研究成果，对国家卫生事业的总体规划和卫生政策的制定，对地方卫生部门的管理决策，也起着重要的咨询顾问作用。③情报研究机构：如医学科学院医学情报研究所，各省、市、自治区医学情报研究所，通过分析各学科专业的水平、趋势和预测，开展为制定技术政策服务的情报研究。④专家咨询委员会（组）、学术委员会：其任务是审议重大科研项目和科研计划，评议重要科研成果，审定中高级科技人员的晋升等，发挥了有效的顾问、参谋作用。⑤各级各类学会、研究会：学会研究会较少受行政束缚，组织灵活、学科广、人才多、水平高、信息量大，因而进行决策研究的可靠性高，是管理咨询顾问的有效形式之一。

卫生事业管理技术包括基本的卫生管理技术和系统的卫生管理技术（见“卫生管理技术”条）。

卫生事业管理的成效依赖于卫生信息系统，卫生信息系统又是建立在卫生统计基础上的。

公费医疗

公费医疗是中国政府为了保护国家机关干部和文教、科研、卫生事业单位工作人员以及大专院校学生健康而采取的一种免费医疗保健制度。享受公费医疗待遇的范围随着国民经济和卫生事业的发展而不断扩大。1951年，国家在陕北老根据地和一些少数民族地区开始试行公费医疗预防制度。1952年初，将公费医疗预防办法扩大到第二次国内革命战争时期的各个根据地。同年6月，政务院发出《关于全国各级人民政府、党派、团体及所属事业单位的国家工作人员实行公费医疗预防的指示》，确定了中国的公费医疗制度。对象主要是国家机关及全民所有制事业单位（包括各级国家机关，民主党派，工会、青年团、妇联等人民团体，文化、教育、卫生、科研等事业单位）的工作人员和离、退休人员，二等乙级以上革命残废军人、人民武装干部、在华工作的外籍专家及其随住家属等。1953年1月，又规定将这种待遇扩大到大学和专科的在校学生。

公费医疗经费由国家按工作人员数定额拨款支付。公费医疗的水平，由国家根据职工对医疗预防方面的实际需要和国家财力可能来确定，公费医疗超支部分，由国家或地方财政补贴。

公费医疗制度实施的具体办法为：第一，享受公费医疗的人员，门诊住院所需要的诊费、手术费、住院费、门诊或住院中经医师处方的药费，基本由公费医疗经费中支付；经批准转地治疗或疗养的就医路费、膳费由本人负担。第二，国家实行分级分工医疗，享受公费医疗待遇者，一般需在指定的门诊部和医院诊疗。第三，公费医疗经费的使用，大体以70%供门诊医药和健康检查之用，30%供住院治疗之用；上述费用不包括机关、单位的环境卫生和防疫设备费。第四，享受公费医疗者，离、退休后医疗待遇不变。国务院于1978年规定，离休、退休干部，可以享受与居住地区同级干部相同的公费医疗待遇。

经过多年的实践，公费医疗作为医疗保健制度的一种形式，在保障国家机关和国家事业单位工作人员及大专院校学生的健康方面起了积极作用，同时也存在不少问题。如一部分人对医疗卫生服务的过分利用以及药品的严重浪费等等。对公费医疗制度以及实施过程中存在的问题，有关部门尤其是卫生部门正在探索改革和解决的办法。

集资(合作)医疗

集资(合作)医疗(cooperative medical care)是中国农民依靠集体力量,发扬互助精神,在自愿的基础上组织起来,由集体和个人共同集资举办的一种医疗保健制度,也是一种集体福利性质的医疗制度。

早在抗日战争时期,陕甘宁边区和抗日民主根据地曾办起了由群众集股的医药合作社。中华人民共和国成立后,随着农村农业互助合作化运动的发展,合作医疗逐步产生和发展起来。1956年前后,山西、河南、山东、广东等地农村由农业合作社办起了保健站,实行收保健费的办法,解决社员群众的医疗保健问题。其中1955年河南省正阳县王店乡团结农庄创建了合作医疗。1958年,合作医疗迅速发展。1959年11月,在山西省稷山县召开的全国农村卫生工作会议上对合作医疗予以肯定。1968年12月,《人民日报》报道了湖北省长阳县乐园公社坚持办好合作医疗的经验后,全国农村多数生产大队实行了合作医疗。1979年12月15日,中央卫生部、农业部、财政部、国家医药管理总局、全国供销合作总社联合公布了《农村合作医疗章程》(试行草案),纠正了举办合作医疗过程中一些形式主义倾向和不切实际的做法,使合作医疗制度得以健康的发展和逐步完善。

80年代以来,随着农业联产承包责任制的推行,各地农村基层卫生组织和合作医疗制度进行了相应的整顿和改革,根据当地实际情况,采取多种形式举办集资医疗。从资金的筹集、核算单位以及管理体制的不同情况,集资医疗主要可以分为以下几种形式:

(1) 村办:由村民个人和生产队共同筹集合作医疗基金,以村为单位进行核算。集体及个人承担的比例标准各地不一。集体经济发达的农村,也有村民个人不交纳基金的。生活没有依靠的鳏、寡、孤、独村民的集资医疗基金,由生产队或村的公益金支付。生活有困难的烈属集资医疗基金,在公益金或社会救济中予以照顾。集资医疗享受范围和标准由村民委员会(或集资医疗管理小组)制定。

(2) 乡村联办:乡村联办集资医疗的基金筹集同村办一样,有条件的乡政府从乡办企业或其他收入中补助一部分。集资医疗基金全乡统一管理,乡、村分成核算。集资医疗享受范围、标准以及分成比例,由乡、村协商确定。

(3) 乡办:集资医疗基金的筹集同乡村联办一样,但由全乡统一管理,统一核算,享受的范围、标准全乡统一。

(4) 乡村医生承包办理:村民之间共同筹集资金,采用医疗卫生保健合同制的办法,承包给乡村医生或乡村医生组成的联合保健站。核算方法、享受的范围及标准由村民和乡村医生协商制定。

农村劳动者及其家属,承认集资医疗章程、交纳集资医疗基金的,都可以参加集资医疗,并享受集资医疗规定的待遇。到村卫生室就诊,或由乡村医生出诊时,可按制度规定减免部分或全部医药费。如需转诊、转院治疗者,采取由下而上逐级转诊的办法,按规定报销医药费。

医药费的报销标准,各地本着"量入为出"、"量力而行"的原则而定。有的"合医合药",即医药费全部或部分报销;有的"合医不合药",即免收注射费、出诊费、处置费等劳务费,只收药费;还有的实行门诊看病全部自费,对急、重病需住院治疗的患者,报销适当比例的医药费用。医药费的报销比例,可随着农村经济的发展、农民生活水平的提高,根据防病治病的需要以及村民的实际支付能力,逐步调整。

乡、村企业中的务工村民,有的参照全民工矿企业,按工资总额提取5%的医药经费,拨交集资医疗作为基金,务工村民可至村卫生室或卫生院就诊;也有自己建卫生室实行集资医疗的。

劳保医疗

劳保医疗(labor insurance medical care)是中国劳动保险制度的一个组成部分。劳动保险制度,是国家为关心工人和职员生活,保护职工健康而实施的一种社会福利制度。1949年9月,中国人民政治协商会议通过的《共同纲领》中规定:"提倡国民体育,推广卫生医药事业,注意保护母亲、婴儿和儿童的健康"。1951年2月,国家颁布了《中华人民共和国劳动保险条例》,以解决产业工人的医疗保健问题。1953年又作了修订。劳保医疗的对象主要是全民所有制的工厂、矿场、铁路、航运、基建、地质、商业、外贸、粮食、供销合作、金融、民航、石油、水利、国营农、林、牧等部门和单位的工人和职员。区、县以上的集体工矿企业也参照劳动保险条例,给职工及其亲属提供劳保医疗待遇。实行劳保医疗制度的是以产品或劳务收入为国家提供税收和利润的企业单位。

劳保医疗待遇的具体规定是:第一,职工的医疗费用全部由企业负担。在因病休养期间,6个月以内,按工龄长短付给本人标准工资40%—50%的病假工资。第二,因病完全丧失劳动能力的,付给本人标准工资40%—50%的救济费。第三,职工供养的直系家属患病时,医疗费由企业负担一半。第四,非因公负伤致残者,其待遇与因病者相同;因公负伤致残者的待遇更高一些。

劳保医疗待遇和其他待遇的费用,最初国家规定由各工矿企业单位按职工工资总额的3%提取,1957年改为按4.5%—5.5%提取。1969年11月,财政部重新规定,将企业奖励基金、福利费、医药卫生费合并为企业职工福利基金,按工资总额的5.5%提取。到80年代初,扩大企业自主权的企业则在利润留成中提取福利基金,医疗卫生费用仍在福利基金中发出。

中国现享受劳保医疗的职工约达8 000万人。劳保医疗制度在保障职工健康、发展生产方面起了十分重要的作用。但是由于种种原因,劳保医疗存在着比较严重的

浪费现象，造成医疗费用不合理的上升。1957年，周恩来同志在党的八届三中全会上关于劳动工资和劳保福利问题的报告中，指出了中国现行医疗制度中存在着弊病，明确提出，劳保医疗和公费医疗实行少量收费(门诊、住院和药品)，取消一切陋规(如转地治疗由医院开支路费，住院病人外出由院方开支车费等)，以节约开支。以后国家先后作出了关于公费医疗和劳保医疗挂号费自理、营养滋补药物费自理等规定。

随着中国卫生事业改革的进一步深入发展，各地对劳保医疗和公费医疗制度的改革不断进行试验和探索，并取得了一定的成效，使劳保医疗和公费医疗制度日趋完善。

康复医疗机构管理

康复医疗机构管理是对以残疾人和慢性病、老年病的功能障碍者为服务对象的机构，因地制宜地作好管理工作，使其发挥最大的作用。中国目前的康复医疗机构主要有：①综合医院设置的康复医学科，有病床和(或)门诊。②有疗养院引进了康复医学的理论和方法，开展以专科为主的康复医疗，如老年病康复等。③独立的康复中心(有的称为康复医院)，多数以专科为主，个别是综合性的。此外，社区康复模式也有康复医疗内容(见“社区康复”条)。

康复医疗机构建设与管理的指导原则　1990年12月29日中国公布的《中华人民共和国残疾人保障法》，对康复机构包括康复医疗机构的发展方向、建设与管理、工作内容，以及人才培养等，都做了规定。卫生部并提出：拟在“八五”期间，整顿、充实、完善现有的康复医疗机构，充分发挥医疗预防保健网的作用。要求部分综合医院进行设置康复医学科的试点；建立少数较为完善的综合医院康复医学科，以此为技术指导中心，既进行康复医疗，也承担培养人才的任务，同时，指导社区康复工作，把社区康复和初级卫生保健结合起来。《残疾人保障法》的有关规定，是康复医疗机构建设与管理的依据。卫生部提出的“八五”规划的康复医疗机构建设任务，有的需要更长一些时间完成。

康复医疗人员构成和素质　人员构成和素质是管理工作的基础，业务技术人员，一般包括康复医师，以运动疗法为主的物理治疗师(士)、作业治疗师(士)、言语治疗师、康复工程人员、临床心理治疗师、康复护士等，还需要有中医药人员。可以培养一专多能的康复治疗师，即配备兼有运动疗法、作业治疗和一些传统理疗的基本理论和技术的人员，借以节省人力，也利于患者就医。凡称为康复医疗机构者，必须配备有经过较为系统训练的康复医师、以运动疗法为主的物理治疗师、作业治疗师，或康复治疗师。康复护士也是不可缺少的一员。并需有与其康复医疗任务相适应的房屋设施、器械设备(如主动运动的设备等)。康复医疗机构的编制，取决于收治对象的残疾类别和轻重程度、机构规模、房屋建筑形式和设备等，特别是人员的素质和管理水平。康复工程是跨学科的专业，可先从研制、装配假肢、矫形器入手，逐步建设；也可以请有关工厂或研究所在康复医疗机构内设点，建立合作关系。康复医疗专业人员的工作量，以时间、地点、条件为转移，当前宜采取灵活办法，并实行分类指导。康复医师和康复护士可以先参考综合医院的编制计算。特殊的专业如物理治疗师(运动疗法为主)、作业治疗师，根据国外一般是一名物理治疗师配上一名助手，日工作量大致为20名病人。作业治疗师日工作量承担10名病人；而集体作业治疗，则为10—20名病人。

康复医疗机构的建筑　国际康复协会(RI)提出康复设施的几项通用标准为：①康复机构正门，要与地面高度相同，不用台阶，并设置防滑斜坡。②出入口宽度需80 cm以上。③斜坡的倾斜度为4.5°；室内外均需有斜坡。④通道宽度需120 cm以上。厕所宜设在便于使用的地点，外开的门、间壁内设有扶手。⑤如设电梯，入口宽度应为80 cm以上。

此外，新建、扩建、改建综合医院康复医学科，宜选择院址交通便利、地势平坦的地方，便于残疾者就医；也便于和家属联系，减轻残疾者的心理负担。个别的新建独立康复中心，也宜靠近较为完善的综合医院，以利于并发症的及时诊治和人员、设备的综合利用。地面要平整、防滑，这对于老年人居多数的疗区更为重要。在疗区中，尽量减少台阶、沟、门槛等障碍物。走廊、楼梯两侧需要有断面为圆形的扶手。楼梯每一级高度为10—15 cm。

康复医疗机构的门诊和病房、运动疗法室和传统理疗室、作业治疗室等均须根据残疾人特殊要求和需要而进行建筑设置和配备。

康复医疗机构仪器设备应当和服务对象、技术力量、经济条件等相适应，大体分为功能评价和康复治疗两大类。侧重点需放在功能评价、运动疗法、作业治疗等方面；对残疾人的康复治疗，传统的理疗不作为主要手段，可参照一般医院的理疗设备酌情添置。并要从实际出发，因地、因院制宜，量力而行，以质量好，实用为主。综合医院康复医学科的层次、条件不同，设置仪器设备也可以有所区别。

卫生人员管理

卫生人员管理也即卫生人力管理或卫生人事管理，它包括卫生人力资源的评价、激励和卫生人力发展三个方面。卫生人员管理是一门科学，也是一门艺术。人事管理是一切管理工作的核心。卫生人员管理是卫生资源管理中最重要的环节。

卫生人员管理的目标是有效地利用卫生人力资源，使个人能最大限度地发挥自己的才能，使群体能有最合

理的结构。在组织内成员之间建立起理想的工作关系，最终使各级卫生系统所属单位发挥最大的经济和社会效益。

卫生人力的评价包括对卫生人力的数量、质量、结构和分布等方面的综合评价，并对卫生人员管理的现状进行分析，为制定今后的卫生人力发展规划提供依据。

建国40年来，中国卫生人力资源在数量上有了很大发展，从1988年全国调查结果看，全国卫生机构中已有各类卫生人员4 677 512人，比1949年541 240人增加了8.64倍。全国平均每千人口专业卫生技术人员数由1949年的0.93增加到1988年的3.26。另外还有乡村医生和卫生员1 247 045人。这样一支庞大的卫生技术专业队伍在防治各种疾病，提高人民健康水平方面发挥了积极的作用。

在全国卫生人员的构成上，医院、门诊及疗养院从事于医疗工作的卫生人员占了84.2%。个体开业卫生人员占3.3%。卫生防疫站、妇幼保健所和专科防治所从事于预防工作的卫生人员占6.0%。医学科学及高、中等医药院校的卫生人员占4.1%，药品检验所人员占0.4%。1988年有中医361 882人，中药人员有166 025人，中医药人员占总的卫生技术人员的11.3%。根据1985年统计，全国西医师899 396人中，内、外、妇、儿四科最多，分别占37.2%、14.8%、7.4%、6.0%，公共卫生医师占4%，传染科及放射科医师分别占2.4%，其他各科医师均在2%以下。1989年全国西医师已达1 022 526人。

中国卫生人力资源的特点表现在以下几个方面。

(1) 卫生人力资源的质量较差，数量不足：按1988年统计资料分析，中国卫生机构专业卫生人员虽有4 677 512人，但属于高级卫生技术人员(即医师、护师、药师)的为1 428 025人，仅占30.5%。如按每1 000人口的医师数计算，中国仅有0.71人(每1 000人口的护师和护士为0.59人)。与1949年的0.58人相比稍有改善，与世界发达国家相比差距还很大。如美国为每1 000人口有医师2.33人(1981)，英国1.83人(1977)、法国2.17人(1983)、原联邦德国2.87人(1984)，日本2.10人(1986)，南斯拉夫1.95人(1983)，罗马尼亚2.08人(1985)，波兰2.43人(1984)，苏联4.20人(1985)。

(2) 卫生人力专业结构不合理：在中国卫生人员中84.2%从事于临床工作。卫生防疫人员仅占3.4%。在卫生机构中非卫生技术人员比例太高(占25.4%)。护士短缺，医护比例倒挂。如中西医师、医士共1 618 174人(占34.6%)，而护师、护士、助产士仅911 693人(占19.5%)，医师(士)与护师(士)的比例为1:0.56，即使仅按中西医师(1 261 278人)与护师、士(829 261人)相比，医护比例还只有1:0.66，与国外医护比例1:2—4相比还有相当大的差距。

(3) 卫生人员分布不合理：1988年全国专业卫生技术人员市级为1 773 895人，县级为1 732 622人，按每1 000人口卫生技术人员：城市6.74人，县及县以下2.16人。其中中西医师数分析，市级为2.95人，县级只有0.93人，卫生人力密度在城市要比县及县以下高出6.56倍，中国50.6%的卫生人力资源为占人口总数20%的城市人口服务。全国各省市之间卫生人力密度的分布差异也很大，每1 000人口中西医师数，最低的为安徽和河南，为0.71人。最高的为北京、上海和天津三大城市，分别为4.05人、2.98人及3.07人。

全国工业或其他部门卫生机构中的卫生人力共有1 063 072人，相当于全国卫生机构卫生人力的22.7%。每千职工拥有的医师(士)、护士数要比全国卫生人力密度高得多。在卫生系统进行全行业管理过程中，工业部门的卫生人力是一支不可忽视的力量，潜力很大。

卫生人员管理中需要对卫生人力的群体结构进行研究和分析，人力的群体结构包括五个方面：①年龄结构。②知识结构。③智能结构。④专业结构。⑤素质结构。卫生机构的群体中如果人员的梯队配备结构合理，就会提高组织的效率和效益。目前中国卫生人员的群体结构中还有很多不合理的现象。如从年龄结构来看普遍存在着年龄老化，中青年骨干出现断裂层的现象。从知识结构来分析，初级和中级人员比例太少，高级人员做了大量中级人员的工作，浪费了人力。管理及人文科学的知识基础薄弱。通过继续教育来不断更新知识和提高知识水平的制度还没有很好地建立起来，专家咨询委员会对各级卫生领导的智囊作用发挥不够等等。

卫生人员管理从广义上来讲，包括卫生人力生产、卫生人力管理和卫生人力规划三个相互联系、相互影响的过程。卫生人力生产中包括医学教育、人才的调配和使用及人才合理流动等内容。医学教育中又包括大学教育、中等及初级教育、毕业后教育及成人(继续)教育等不同层次。根据卫生需求的调查以及卫生资源的可行性，通过卫生人力的规划和预测，对卫生人力的生产提出要求和指标。按照中国2000年卫生规划战略发展的要求，医学教育还需要大力发展。

卫生人力管理中应根据卫生人力的规划进一步执行和评价。主要的工作有卫生人力的选拔、培养、聘用和考核。在卫生人力管理中特别是对各级卫生机构的领导干部选拔中，一定要选择德才兼备，老中青三结合，具有不同智能型式和不同气质性格的人，构成一个合理的领导群体。根据所在地区不同的管理层次，对卫生人员进行技术技能(专业的知识和技能)、人文技能(处理人际关系及领导的才能)和观念技能(全局观念，分析和决策的能力)的培养，愈是基层的卫生人力，技术技能的培训应愈多，愈是高层的管理者，在观念技能上更需要进一步培养。

在当前中国改革开放的形势下，卫生人力管理的内容和做法也有了很大的发展。如卫生人员的定向培养和委托培养，大力发展专科医学教育，使卫生人力缺乏的地区，能够留得住卫生技术人员。人事制度上的改革包括推

行合同制、聘任制、岗位责任制，调动了广大卫生人员的积极性。

在卫生系统中，花在卫生人力上的费用要占每年实际卫生经费预算的60%以上。在卫生人员的发展中，对受过专业培训的人员对口的分配和使用，对改进整个卫生系统的有效工作和控制卫生经费至关重要。卫生人力资源的培训首先应满足以初级卫生保健为基础的卫生系统的需要和社区的需要，一些国家建立了各种类型部门间协调机构，促进了卫生系统和卫生人力的综合发展，更多的国家正在制定配合人人享有卫生保健国家战略的卫生人员政策和计划，并把重点放在社区卫生人员的培训上。许多发展中国家面临的问题是卫生人员数量不足，一方面人才外流现象严重，另一方面又有使用不当，浪费人才的现象。

卫生人力规划是对未来卫生人力资源的需求量、拥有量以及各种类型卫生人力的数量进行预测，制定一个长远的计划。常用的预测方法有特尔斐法(Delphi method)、逐步回归预测法、状态转移方程模拟、编制比例推算法、平均速度预测法、趋势外推预测法、卫生需求法，卫生要求法、人口比值法、服务目标法等。

卫生事业费管理

卫生事业费(financing of health care)是国家总支出预算中的一个专门项目，是国家预算的组成部分，主要用于卫生部门所属医疗卫生事业的各项支出(行政管理经费和业务费)。卫生事业的发展，属于国家基本建设投资，由各级计划部门安排，它不属于卫生事业费的范畴。在中国用于医药卫生事业的经费中，卫生事业费仅仅是其中的一部分，另外还有工矿企业主管部门拨款举办的医疗卫生事业，企业职工工资中附加的医药卫生费；用于国家工作人员的公费医疗经费；由国防费开支的部队医药卫生费；在社会救济优抚经费中，按规定开支的有关医药救济费；以及农村由群众集资办的合作医疗经费等。

卫生事业费的内容 包括：①医院经费：包括卫生部门所属综合医院、教学医院、独立门诊部、各种专科医院、疗养院、县医院和城市集体所有制医疗机构的补助费。②中医医院经费：指卫生部门所属中医医院的经费。③区、乡卫生院补助费：包括全民所有制县医院分院、乡镇卫生院和集体所有制乡镇卫生院的补助费。④防治、防疫事业费：包括卫生部门所属卫生防疫站、各种专科防治所(站、组)、医疗防疫队和卫生检疫机构经费，以及防疫用药品、器材、生物制品(疫苗)，防治寄生虫病、传染病、地方病和急救经费，卫生监督和卫生宣传教育经费。⑤药品检验机构经费：指卫生部门所属药品检验机构经费。⑥妇幼保健机构经费：包括妇幼保健机构经费和业务费。⑦科学研究经费：指卫生部门所属独立的医学科学研究机构经费，以及医学院校、医疗卫生机构中的科研经费。⑧干部训练费：指卫生部门举办的干部学校(训练班)经费。⑨合作医疗补助费：包括培训乡村医生经费和支持穷困乡镇办合作医疗的补助费。⑩托儿所经费：包括卫生部门举办的示范性托儿所经费，以及应由卫生部门开支的托儿所人员培训费、会议费等。⑪其他卫生事业费：包括卫生部门所属麻风村医药费、急救站经费、红十字会业务费、各种学术团体补助费和爱国卫生运动业务费。

卫生事业费的管理体制 根据国家财政管理体制、卫生事业费实行"划分收支，分级包干"的财政体制，分别由各级(中央、省、地、县)财政机关确定，经同级政府核准后执行。卫生部门上下级之间，基本上没有经费预算关系。各级卫生部门只管直属单位的经费预算。

卫生事业费的管理办法 分全额预算管理和差额预算管理两类。①全额预算管理：卫生部门所属的事业单位，有相当一部分没有业务收入，其支出全部由财政拨款解决，通称全额预算单位。如卫生防疫站、各类防治机构、妇幼保健机构、医药卫生科研单位、中等卫生学校和药品检验机构等。②差额预算管理：实行这种办法的主要是卫生部门所属全民所有制医疗机构。他们都有一定的医疗业务收入，但又不敷全部支出，需要国家给予一定的财政补助。国家对医院的补助水平，相当于医院职工工资和一部分附加工资；对集体办的医疗机构(主要是农村卫生院)，采取"民办公助"的原则，国家给予适当补助。

卫生事业的经济管理 医疗卫生事业单位，为了充分发挥资金效益，进一步把人民的卫生保健事业办好，必须将技术管理、行政管理和经济管理结合起来，调动广大医药卫生人员的积极性，促进医疗卫生工作的开展。差额预算单位(各种医疗机构)的经济管理主要是运用经济的方法，促使它合理地使用人力、物力和财力，组织好医疗、预防、教学、科研等各项工作，把医疗业务工作和经济效益紧密地结合起来；妥善地处理国家、集体、个人的经济利益；建立、健全各项科学的管理制度。

卫生物资管理

卫生物资管理(health resources management)是指根据国家有关规定，对卫生部门或单位所需要的各种物资进行采购、供应、保管、分配等各种技术的管理工作，为医疗、预防、科研、教学等卫生工作提供恰当的技术装备。它对保证医疗质量，提高卫生服务水平，充分利用物资资源、发挥资金效用，改善经营管理水平，获取较好的技术经济效果具有积极意义。特别是随着医学科学技术的不断发展，社会分工愈来愈细，卫生物资的种类也越来越多和复杂，对其管理也就日趋重要。

卫生物资管理的基本内容是编制物资供应计划，做到合理采购和贮存；按计划供应所属物资和设备、保证和促进医疗预防教学和研究等工作；健全规章制度，使设备物资帐目清楚，使用者、保养者和管理者职责明确；在保

证供应的基础上，按规程正确操作或使用设备物资并给予管理利用，避免闲置、积压、浪费，节约物资资源，充分发挥其应有的作用；保证仪器设备处于良好技术状态，认真保养，及时发现故障并给予修理，达到一定的使用率和完好率；加速物资的周转，提高物资设备供应工作经济效益。

在具体进行卫生物资管理时，通常采用分类管理。一种分类方法是ABC分类法，A类为重要设备，B类为重点设备，C类为非重点设备，可根据不同的重要程度分别进行管理。另一种分类方法是将卫生物资分为固定资产、低值易耗品和其他材料三大类分别进行管理。还有一种分类方法是根据现行的物资管理体制将各种物资分为：国家统一分配物资、国务院各部分配物资和地方平衡物资。

评价物资设备管理优劣的指标主要有：

A. 设备完好率 $=\dfrac{\text{可以工作设备数}}{\text{总设备数}}$

B. 设备开机率＝年实际开机时间/年可能开机时间

C. 设备投资回收期(年)

$$=\frac{\text{设备投资总额}}{\text{年工作日数}\times\text{月工作次数}\times\text{每次收费数}}$$

D. 临床工作日物资消耗或使用

$$=\frac{\text{年度内实支出金额}}{\text{年度内临床工作总日数}}$$

E. 节约量 $=\left(\dfrac{\text{上期实际物资消耗量}}{\text{报告期实际业务收入}}-\dfrac{\text{计划期物资消耗量}}{\text{计划期业务收入}}\right)\times\text{计划任务量}$

控制物资消耗的基本方法和原则是物资定额管理。而制定物资消耗定额的一般原则为：先进、合理、使用部门和物资管理部门的配合。常用的制订物资消耗定额的几种基本方法有：①技术分析法：科学性比较强，但工作量大。②统计分析法：需要较详细的统计资料作回顾性估计。③经验估计法：简便易行，但科学性较差。

目前医院物资消耗定额指标的几种概算方法：

(1) 全面定额管理：指对低值易耗品或卫生材料的全部实行定额管理。计算公式为前面的公式D。

(2) 单项定额管理：针对消耗量大的低值品和材料，计算公式同上。

(3) 药品：实行“金额管理，数量统计，实耗实消”。

(4) 固定资产：建立固定资产折旧和大修基金提出留用。

A. 年折旧额

$$=\frac{\text{固定资产原值}-\text{预计残值}-\text{预计清理费}}{\text{固定资产预定使用年限}}$$

B. 年折旧率 $=\dfrac{\text{固定资产年折旧额}}{\text{固定资产原值}}\times 100\%$

C. 年大修理基金提存率

$$=\frac{\text{预计全部大修理费用总额}}{\text{固定资产原值}\times\text{固定资产预计使用年限}}\times 100\%$$

(5) 耗煤量定额指标：每张床月(季)平均耗煤量或每平方米采暖面积月(季)平均耗煤量

A. 采暖耗煤量 $=\dfrac{\text{月(季)耗煤量(T)}}{\text{月(季)供应采暖总面积}(m^2)}$

B. 医疗耗煤量 $=\dfrac{\text{月(季)耗煤量(T)}}{\text{医院病床开放总数(张)}}$

C. 医疗用煤指消毒、制剂、洗衣或特殊医疗需要。

(6) 耗水量定额指标：每床日(月)平均耗水量。

耗水量 $=\dfrac{\text{日(月)耗水量(T)}}{\text{医院病床开放总数(床)}}$

血源与血站管理

输血是现代医学不可缺少的救治手段，在平时医疗和战时抢救伤病员中都有重要作用。

血源管理(blood resources administration)　开展输血工作首先取决于血源的保证。组织血源的关键在于各级领导的重视和血液生理知识的普及，使广大群众知道正常的献血对供血者无害，而对伤病员有起死回生的重要意义。第二次世界大战后，各国输血事业取得了一些进展，但血源管理工作仍很混乱。各医院自找血源，依靠少数职业供血者流动在各医院之间供血，医院不进行或不重视健康检查。有的带着疾病频繁供血，致使血液质量不佳，供血者和病人的安全均无保障。60年代起，输血事业逐渐被各国政府重视，不少国家把输血事业纳入政府工作规划，由政府卫生部门直接领导，组织血源朝着有计划的方向发展。国外输血组织的领导体制有四种类型：①政府主办，如英国、缅甸。②红十字会主办，如加拿大、日本、瑞士。③政府和红十字会合办，但以政府为主，如苏联。④多种社会团体(包括商业性)的经营，如美国。他们的共同特点是全国建立一个决策机构，推行全国性献血运动，如加拿大的“国家输血规划联合委员会”，日本的“红十字会血液规划部”，苏联的“中央血液学及输血研究所”。在美国有红十字会主办的输血中心和血库协会等共同组成的“美国血液委员会”。自1948年国际红十字会向各成员国宣布实行自愿无偿献血的原则以来，英国、加拿大、日本等已全部实现自愿无偿献血与免费输血，献血人数达人口的5%或更多；献血以自愿为基础，是健康适龄公民的社会责任和崇高义务。

最初采用直接输血法。献血者可能是病人的亲人和朋友，当亲友中找不到适合的献血者时，只有求助于不相识的热心志愿者。病人为了表示对献血者的感谢，就向献血者赠送物品或钱财，这是有报酬献血的开始，以后逐渐发展成为追求金钱利益的职业供血者，成为发展大规模血源的障碍。推行间接输血法以后，使用保存血液、输血日益成为一项频繁的医疗方法。由医院出面组织献血者，

事先做好血型及献血员体格检查，分类登记，以应付突然发生的抢救任务。随着用血量的增加，血液制品的增多，以医院为单位组织献血已不能适应和满足客观需要，这样就出现了以地区为单位的群众献血，献血成为地区化、全国化和社会化事业。献血组织管理成为一门专业。为了扭转献血员追求金钱利益倾向，发动广大适龄的健康公民，由各级献血机构负责组织，任何用血单位的血源一律服从当地献血部门统一安排，合理使用。1975年第二十八届世界卫生大会决议，号召参加国推行以自愿无偿献血为基础的国家输血事业的发展，制定管理经营血液机构的有效方法，并采取重要的措施，以保护和促进献血者和受血者的健康。

1978年中国国务院批转卫生部《关于加强输血工作的请示报告》中明确指出中国输血事业的方向和它的重要性后，大部分省、自治区、市已建立输血中心(中心血站)，在市、县也陆续建立输血站及医院血库，负责本地区的输血工作。中国红十字会协助卫生部，与血液中心密切联系，积极主动地搞好献血宣传动员，并通过红十字会国际组织进行国际间经验交流。

血站管理 血站是为输血服务的专业机构，负责本地区血源组织、献血者健康检查、采血与血库、血液制品、输血器材供应、献血宣传、输血研究等工作。

组织血源，保证医疗抢救用血，是血站的首要任务。为了保证血液供应，要根据实际需要编制年度及月份的献血计划，在各行业系统成立献血小组，由基层单位动员志愿报名，落实体格检查和献血日期。献血者每人一卡，献血后卡片按单位系统保存在中心血站。根据医院规模，医技水平及所在地区的实际需要，对医院实行血液计划供应，并注意搞好血源的平衡调度工作。献血者应按照卫生部统一制订的献血员健康标准，进行认真的体格检查。检查合格，可一次献血200—400 ml，再次献血间隔期4个月，并需重复询问健康史和献血史，复查血型。献血站设有无菌采血室，工作人员应严格执行无菌消毒制度。所用一切采血器材，事先都需经无菌无热原检查合格。

血站应备有血液化验车、冷藏车、X射线缩影(透视)车和采血车以便到农村或献血单位流动采血。采得血液，复核血型，标贴献血者姓名、血型及采血日期和编号，当即放入洁净的4±2℃冰箱内妥善保存。

储血应严格要求。采得的血液须在半小时内放入冰库(冰箱)。按血型分类，根据采血日期先后排列。收发血液要检查质量。凡已拿出的血液不得再入库。冰库只能储存血液，不许其他物件入内。要经常清扫，紫外线照射消毒灭菌，防霉，保持清洁干净。

医院用血，必须注意节约，做到科学地合理用血，按规定手续，随带冷藏箱向血站领取血液。冰库的管理和输血配型设有值班人员，每天24 h服务。

献血宣传是扩大献血队伍的一项必要措施。宣传公民义务献血，应作为社会主义精神文明建设的一项重要内容。

药政管理

药政管理(drug administration)是卫生行政部门按国家的政策法令和防病治病的需要，对药品生产、供应、使用和进口，进行监督和管理，并对违反药政法规，制售、使用有害人民健康的伪劣药品进行严肃处理，以保证人民用药安全的行政措施。

药品指用于预防、诊断、治疗人体的疾病，或用于计划生育，并规定有适应范围、用法和用量的物质，包括中西药品及其制剂、生物制品、血液制品及放射性药品等。如管理有方，用之得当，可为人民防病治病，如失之管理，任其粗制滥造，任意销售，则危害人民健康。因此，国家对药品实行监督制度，由卫生行政部门的药政管理机构具体执行国家对药品的监督管理。

中国古代就注意药品管理。唐朝设有药局，规定由药师管理并修订颁发了《新修本草》作为国家药品法典。北宋熙宁九年(1076年)，官办的药房"和剂局"有监造、检验等管理制度。现存的《太平惠民和剂局方》就是当时"和剂局"历年验方总结，相当于现代药典。南宋高宗赵构在绍兴六年(1136年)曾发出诏书说，撮合假药，伪造贴字印记，作官药货卖，并依伪造条法，明确指明对制造假药和假冒药品牌号者要法办。

世界卫生组织和各国政府都设有药政管理机构，订有药政法规。美国1906年公布了《药政法规》，1979年修订的《药品、食品、化妆品法》，责成食品药物管理局执行药政管理任务。英国议会在修订原有药政法规的基础上，颁布了《1968年药品法》，在卫生与社会保险部设药政司负责药政管理。日本议会于1874年公布药政法规，1980年修订《药事法》，厚生省药务局是药政执法机构。许多国家都在卫生部内设药品审评委员会，聘请医、药专家组成，负责新药审查、老药淘汰及有关药品政策问题的咨询；设立药典委员会，定期出版国家药典；建立药品毒副作用报告制度和药品疗效评价制度；设立药品检验机构，派出药品质量监督员，负责药品的监督检查。

解放前，国民政府卫生署设有药政科。1930年出版《中华药典》。1947年在上海建立药物食品检验局，负责药品监督检验工作。中华人民共和国建立后，1950年卫生部设药政处，1953年改为药政司，1957年改为药政管理局。各省、市、自治区卫生厅(局)设药政局(处)，在地、市、县卫生行政部门设立药政机构和人员。药政机构的职权是：监督、检查药政法规的执行情况；制订、修改有关药政管理办法和实施细则；审批药品和质量标准；提出淘汰药品品种，取缔假药或处理不合格的药品；管理麻醉药品、毒性药品、精神药物和烈性药品；管理医疗单位药剂工作；管理药品的广告宣传；调查、处理药品质量及中毒死亡事故；对违反药政法规的行为追查责任，对需追究刑

事责任者，提请司法部门处理；其他有关药品监督事项。

在建国初期，药政管理的任务，首先是清查和处理旧社会遗留的伪劣药品，同时加强进口药品管理。进口药品列为法定检验，设立了各口岸药品检验所，每批进口药品经检验合格后方准进口使用。1950年卫生部聘请医药专家成立药典委员会，负责制订国家药典和卫生部部颁药品标准，各省、市、自治区也制订了地方药品标准。在总结药政、药检工作经验的基础上，1963年经国务院批准，由卫生部、化工部、商业部颁布了《关于加强药政管理的若干规定》，对加强药品生产、供应、使用以及进出口的监督管理起了重要作用。1961年5月，国务院决定由卫生部对全国17个大型药厂派驻代表，加强对药品生产和质量的监督管理，使药品生产密切结合防病治病的需要。国务院1978年颁布了《麻醉药品管理条例》，1979年批转下达《药政管理条例》(试行)，除明确规定药政、药检部门的职责任务外，还规定了药品生产、供应、使用单位必须认真贯彻"质量第一"的原则，建立健全本单位的质量管理机构和规章制度，从各个环节上加强对药品质量的检查和检验。凡不合格的药品，生产单位不准出厂，供应单位不准收购和销售，医疗单位不准使用。1980年国务院批转下达了《关于加强药政管理，禁止制售伪劣药品》的文件，规定各级卫生行政部门要加强药政、药检机构，认真抽验和检验药品，对制售伪劣药品者，各级卫生、工商管理、公安、司法部门要严格加以取缔并严肃处理。1981年国务院颁发了《关于加强医药管理的决定》，重申了关于发展药品生产，严格质量管理的一系列决定，并进一步明确，凡药厂生产的每一种药品，均需经过卫生部或省、自治区、直辖市卫生厅(局)审查批准后方可生产，药厂必须在药品的外包装上注明批准文号和生产批号，以便人民群众识别。各省、自治区、直辖市卫生厅(局)对当地药厂所生产的药品重新进行了审查批准。

1984年9月第六届全国人民代表大会常务委员会通过了《中华人民共和国药品管理法》，1985年7月1日起施行。药品管理法对生产、管理、监督及违法者的法律责任均作了明确规定。

制订《国家基本药物目录》，也是药政管理的一项重要工作。经过反覆征求医药专家和有关部门的意见，卫生部于1981年颁布了《国家基本药物目录》(西药部分)，共分28类、278种，这些都是疗效确切、安全可靠、适合中国国情的品种，必须优先生产、供应，保证医疗需要。

对药品进行疗效评价是发展药品生产，保证人民用药安全有效的一项重要措施。各地药政部门在广泛开展药品临床疗效评价的基础上，进行药品品种的整顿。反覆征求医药专家和药品生产、供应部门的意见后，卫生部于1982年9月发出通知，淘汰了疗效不确或有毒、副作用大、对人体有明显危害、不宜继续使用的127种药品。

对血清、疫苗等生物制品的监督管理也是药政工作的范围。《中华人民共和国药典》规定了生物制品的质量标准。卫生部已颁发了《生物制品的制造和检定规程》作为生产和监督管理的法定性依据。

麻醉药和剧毒药管理

麻醉药品指药用鸦片、吗啡、可待因、度冷丁、可卡因等能成瘾(癖)的毒性药品。麻醉药品具有两重性，用之得当可以治疗疾病，用之不当或连续长期使用，就会成瘾，危害人民健康。

新中国建立以来，人民政府对麻醉药品的管理是与肃清鸦片烟毒紧密联系的。解放前，帝国主义者通过倾销鸦片，掠夺了大量财富，并严重毒害了中国人民的健康。据估计，解放前夕，全国吸毒者达1 000万人之多。解放后，人民政府为了保护人民健康，开展了肃清鸦片烟毒的运动。政务院于1950年2月发布了关于严禁鸦片烟毒的通令，严禁吸食、贩卖、种植和私存鸦片、吗啡、海洛因等各种毒品，违者严肃处理。采取的基本措施是：①政府法令与宣传教育相结合，动员人民群众一致行动。②严惩毒犯，烧毁鸦片，公安、司法部门严格缉私，制止毒品的流行。1950年仅西南诸省就当众焚烧毒品55万两，烟具20多万件，封闭烟馆5 400家，查获贩卖毒品犯一万多人。③禁止种植罂粟，改罂粟田为粮田。④对成瘾者实行强制戒毒。1950年政务院颁布了关于麻醉药品临时登记处理办法的通令，对于公、私机构或个人存留的麻醉药品，限期登记收购或上交医疗单位使用，以杜绝麻醉药品的非医疗使用。卫生部于1950年11月公布了麻醉药品管理暂行条例及实施细则，明确规定由指定药厂负责麻醉药品的生产，中国医药公司负责供应，其他任何机构和个人均不得私自种植、制造和贩卖，违者以法论处，从而奠定了中国麻醉药品管理的基础。国务院1978年9月重新修订颁发了《麻醉药品管理条例》，国务院于1989年颁布了《麻醉药品管理办法》。

中国管理麻醉药品的基本办法 ①麻醉药品只能应用于医疗和科研，既要保证医疗和科研的需要，又要防止滥用成瘾。②麻醉药品的生产、供应、使用和罂粟的种植，是在国家控制下由指定单位进行，其他任何单位或个人均不准种植、制造和销售。③搞好计划管理。每年由卫生部会同有关部门制订生产、收购、销售、使用计划。成品由中国医药公司北京采购供应站收购，按计划拨给各麻醉药品供应点销售给医疗单位，生产、收购、销售和种植单位均不得自行销售和动用。④医疗单位购用麻醉药品，需向当地卫生局办理申请手续，经地、市、卫生局批准，核定供应级别后，发给麻醉药品购用印鉴卡，凭卡每季度向指定的麻醉药品供应点购用。⑤医师必须掌握医疗原则，根据病情需要，正确、合理使用麻醉药品，严防病人成瘾。医院药剂科对滥用者，有权拒绝发药。⑥因医疗需要进口麻醉药品者，需经卫生部核准，并发给进口凭证。麻醉药品的出口，需有外国政府卫生部的证明文件，

并经中国卫生部核发出口凭证，方可办理。⑦违反规定者，应严肃处理，情节严重者，由司法机关予以惩处。由于各级卫生行政部门认真贯彻执行上述规定，医疗单位建立专人保管，专柜加锁，专用处方，专册登记，专帐核销的管理制度，加强医护人员的责任心，药剂科认真审查处方并加强监督检查等措施，收到了良好的效果。

麻醉药品的国际管理 始于1912年的《海牙禁止鸦片公约》，有中国参加。在综合以往协定的基础上联合国订立了《1961麻醉品单一公约》。联合国经济及社会理事会下设的麻醉药品委员会、联合国麻醉药品司、国际麻醉品管制局等分别承担公约所赋予的管理权，对各国麻醉药品的生产、销售、使用、进出口以及非法贩运进行协调管理。由于"苯丙胺"等中枢神经兴奋药和"安眠酮"等抑制药也相继发生严重的药物依赖性，联合国于1971年订立了《精神药物公约》，世界卫生组织在这两个公约的执行中起参谋咨询和提供建议的重要作用。

除麻醉药品外，对医疗用毒、剧药品也要加强管理。毒药指治疗剂量和中毒剂量很接近，若医疗使用不当，极易造成中毒死亡的药品。剧药指药理作用活性强，若医疗使用不当则易引起中毒反应的药品。1964年，卫生部规定了《毒剧药品管理办法》以保证医疗用药的需要，并防止事故。1979年，卫生部重新修订颁发了《关于毒剧药品管理规定》，管理的品种包括：三氧化二砷、毒毛旋花甙、咖啡因、安钠咖、苯巴比妥、安眠酮等52种西药；斑蝥、乌头、马钱子、九分散等11种中药。这些品种，必须由国家或省、自治区、直辖市主管部门有计划地安排生产，由医药公司负责经营，凭医师处方方准购用。保存时要有专册登记，并应有明显标志，以防混用。

药品检验所

药品检验所是指对生产、经营、使用以及进出口药品实行质量监督，以保证用药质量的法定性专业机构。

解放前，中国仅有一个药品检验机构，即1947年在上海成立的"药物食品检验局"。1950年在北京建立卫生部药物食品检验所，1962年与卫生部生物制品检定所合并，改为卫生部药品生物制品检定所。1957年前，各省、自治区、直辖市都建立了药品检验所，以后又相继成立了地、市、县药品检验所。1989年底，全国已成立药品检验所(室)1 854个，基本形成了一个全国药品质量监督网。

药品检验所的职权是检定药品质量，对生产、经营和使用单位的药品进行质量监督、检查和抽验；研究、改进和核定药品检验方法，提高检验技术；对新药进行复核检验；对检查、抽验不合格的药品令其停止生产、销售和使用；对辖区内药品生产、经营和使用单位的质量检验科、室进行业务技术指导；对药品质量检验结果有分歧者，进行技术仲裁。卫生部药品生物制品检定所还负责制备、标定和分发国家药品标准品和对照品。

卫生部药品生物制品检定所和各口岸药检所，对每批进口药品实行法定检验，严格把住质量关，防止伪劣药品的进口，维护人民健康和国家经济利益。

实行药品质量监督员制度，是进行药品质量监督的一种有效措施。1961年，卫生部和卫生厅(局)对主要药厂派出驻厂代表监督药品质量，对保证产品质量起到很大作用。1977年以来，许多省的卫生行政部门在药品生产、经营、使用单位任命兼职质量监督员，发给"药品质量监督员证"，在指定地区行使监督检查工作。

世界卫生组织倡导的"药品生产质量管理规范制度(简称GMP)"，在中国的一些药厂正式试行。规范要求药厂要有适宜的厂房，优良的制药设备，训练有素的人员，合格的原料，先进的工艺，严格的质量控制，良好的生产环境和卫生条件，完善的保管制度，以保证生产出质量优良的药品。中国医药工业管理部门也根据中国情况拟订了药品生产质量管理规范，在一些药厂试行。1980年，卫生部药品生物制品检定所成为世界卫生组织在中国的药品质量保证的合作中心。

卫生事业基本情况统计

卫生事业基本情况统计是对卫生事业机构、各类卫生人员和病床等进行定期、全面的调查统计，用以研究卫生事业的发展速度，地区分布、内部结构、各种比例、规模大小，反映卫生事业的发展水平和存在问题。其主要任务是：①全面了解卫生事业的基本情况及发展水平，反映卫生事业对人民健康的保证程度，为制订卫生方针、政策，编制卫生事业计划，指导卫生工作提供依据。②对卫生工作方针、政策和卫生事业计划的执行情况进行统计检查和监督。③为加强卫生机构的管理提供有关数据。卫生事业基本情况统计的内容主要为：卫生机构数、床位数及各类卫生人员数。

指标含义及分类 (1)卫生机构：指已经开始工作的各类卫生机构，主要类别有：①医院。指名称为医院，设有床位，能收容病人住院的医疗机构，分为县及县以上医院、农村卫生院、城市街道卫生院三类。县及县以上医院又分为综合医院、中医医院、医学院校附属医院、传染病院、精神病院、结核病院、妇幼保健院、儿童医院、麻风病院、职业病院、肿瘤医院和其他专科医院。②疗养院、所。③门诊部、所。指设有专职卫生技术人员的各种门诊机构，不包括由不脱产卫生人员组成的城市街道卫生站和农村卫生室。④专科防治所、站，包括结核病、牙病、眼病、职业病、寄生虫病、血吸虫病、地方病、麻风病等专科防治所、站。⑤卫生防疫站。⑥妇幼保健所、站，包括儿童保健所及妇女保健所。⑦药品检验所、室。⑧其他卫生事业机构，包括国境卫生检疫所、急救站、输血站、精神病收容所、麻风村等。⑨医学科学研究机构。指独立的医学科研机构，不包括附设的研究所、室。

(2) 床位：指固定实有床位，包括正规床、简易床和正在消毒、修理的床位及因扩建或大修而暂时停用的床位，但不包括新生儿床、观察床、临时增设的床位、病人家属的陪侍床、接产室的待产床及库存床等。

(3) 卫生人员：分专业卫生人员与不脱产卫生人员。

专业卫生人员按支付工资的全部固定职工进行统计。卫生事业机构中的人员，按现任职务划分，不按所学的专业划分。医学科学研究机构及高、中等医学院校中的科研、教学人员，按所从事专业划分，不按现任职务划分。

专业卫生人员分为四类：①卫生技术人员：指医疗、护理、药剂、检验等人员，包括中医师、西医师、中西医结合医师、护师、中药师、西药师、检验师及其他技师；中医士、西医士、护士、助产士、中药剂士、西药剂士、检验士及其他技士；护理员、中药剂员、西药剂员、检验员及其他初级卫生技术人员。②其他技术人员：指原学数学、物理、化学、生物、体育等非卫生专业，现从事科研、教学、医疗器械修配、卫生宣传等技术工作的人员 ③管理人员：指从事医疗、卫生、教学、科研等业务管理、行政管理、经济管理、政治工作、后勤工作等人员。④工勤人员：指勤杂人员、电工、木工、司机等。

不脱产卫生人员：包括农村的乡村医生、卫生员、接生员、厂矿（企业）卫生员、城镇街道的卫生员等。

进行卫生基本情况统计时要按卫生机构所属的部门、所有制性质及地区分组。部门与性质包括：①卫生部门：指卫生部及地方各级卫生厅（局）所属的卫生机构。②工业及其他部门：指各级工业及其他部门（如农林、铁道、邮电、公安、文化、教育、民政等）所属的卫生机构。③集体所有制：指乡镇、街道举办和医生集体举办的卫生机构。④个体开业：指经当地市（区）、县卫生局批准的个体开业卫生技术人员。地区分组时，除按行政区域划分外，还要按城市、农村、少数民族地区等分组。

常用统计指标 (1)反映卫生事业发展情况的指标有：各年或各个时期的实际到达数、增加数或减少数，各年或各个时期的发展速度及增长速度。

A. $定基发展速度=\frac{报告期数}{固定基期数}\times 100\%$

B. $环比发展速度=\frac{报告期数}{前期数}\times 100\%$

C. 定基增长速度＝定基发展速度－1

D. 环比增长速度＝环比发展速度－1

E. $平均发展速度=\left[\frac{报告期数}{固定期数}\right]^{\frac{1}{年数}}$

F. 平均增长速度＝平均发展速度－1

(2) 反映对居民医疗服务保证程度的指标有：平均每千人口医院床位数及平均每千人口医师数，或平均每一张床位、每一名医师所服务的人口数。医师数包括中医师、西医师及中西医结合医师。平均每千人口医院床位数及医师数是编制卫生事业计划的重要指标之一，常按地区、城市、农村等进行比较，也可与其他国家比较。还可计算卫生技术人员、医生（即医师与医士之和）、护士等分类卫生技术人员与人口之比。

(3) 反映卫生机构平均规模的指标有：平均每个医院的床位数、工作人员数、医师数等。

(4) 反映卫生事业内部构成与比例关系的指标有：医院床位、卫生技术人员分城市与农村的比重，各科床位的构成比，各类人员的构成比，医院床位与人员之比，医生与护士之比等。

中国卫生事业的基本情况 从1949年到1988年，全国卫生机构由3 670个发展到205 988个，医院床位由8万张，发展到279.5万张。此外，还建立了大量的门诊部（所）、专科防治所（站）、卫生防疫站、妇幼保健所（站）、药品检验所（室）、医学科学研究院（所）或中心，一个遍布城乡的医疗卫生网已基本建立。

卫生队伍有了很大发展。从1949－1988年，全国专业卫生技术人员由54.1万人发展到467.7万人，增长了8.6倍，护师、护士由3.3万人发展到52万人，增长了15.7倍，西医士由4.9万人发展到35.2万人，增加了7.2倍，中医由27.6万人发展到36.1万人，增加了1.3倍。

旧中国广大农村缺医少药。1949年，全国农村只有1 400多个简陋医院，2万多张床位，32.8万名卫生技术人员。1989年，全国农村乡卫生院47 529个，卫生防疫站3 591个，县妇幼保健站2 793个，农村医院床位达108.6万张，比1949年增长了54.3倍，专业卫生技术人员达111.6万人，比1949年增长了4倍。另有村卫生室80.6万个，乡村医生和卫生员124万人，接生员46.7万人，形成了县、乡、村三级农村医疗卫生网。

少数民族卫生事业也有很大的发展。从1949－1988年，全国少数民族地区卫生机构由361个发展到31 931个，增加88.5倍。医院及疗养院（所）床位由3 310张发展到319 971张，增长了96.7倍；专业卫生技术人员由3 531人发展到46.4万人，增长了131.4倍，远远超过了全国平均增长速度。

近40年来中国卫生事业虽有很大发展，但由于人口增长快，按人口平均的医院床位数及卫生技术人员数仍很低，远不能适应人民对医疗卫生服务的需要。1989年全国平均每千人口中的医院床位数仅2.33张，中医、西医师仅1.56人。

卫生组织机构

卫生行政组织

卫生行政组织是贯彻实施中国共产党和人民政府卫生工作方针政策、编制规划、制定法规和领导全国和地方卫生工作的机构系统。政府组织法规定，国家卫生行政机构按行政区划设立，从中央、省（自治区、直辖市）、县（市、市辖区）直到乡（镇）各级人民政府均设有卫生行政机构。

1949 年中华人民共和国诞生，同年 11 月成立中央人民政府卫生部，1954 年 11 月 10 日改为中华人民共和国卫生部。卫生部属国务院领导，是国家主管卫生工作的最高卫生行政机关。卫生部设部长、副部长和顾问，1988 年 12 月经国务院批准的机构改革方案，卫生部下设办公厅、人事、计划财务、医政、卫生防疫、地方病防治、卫生监督、政策法规、医学科技、医学教育、妇幼卫生、药政管理、外事及保健等职能司局。还设有全国爱国卫生运动办公室，并按审计署和监察部规定，设有审计局和监察局；按国家规定设有老干部局。

各省、自治区、直辖市人民政府设卫生厅（局），下设办公室、医政、卫生防疫、中医（或单独成立中医药管理局）、科技教育、妇幼卫生及人事等处，有的省、市卫生厅（局）还设有外事处。省、自治区、直辖市卫生厅（局），在省、自治区、直辖市人民政府直接领导下进行工作，并接受卫生部的业务指导。省、自治区、直辖市人民政府可根据卫生工作的方针政策，结合本地区的实际情况，指示卫生厅（局）因地制宜地安排布置工作。省、自治区、直辖市卫生厅（局）的任务是根据卫生工作的方针政策和法规，提出本地区卫生事业发展规划和工作计划；贯彻预防为主，防治和控制危害人民健康的疾病；管理卫生机构和卫生人员；开展中医药、中西医结合、医学科学技术研究；妇幼卫生工作；管理中西药品，进行药品质量监督；对各行业实施卫生监督等。

地区行政公署系省、自治区政府的派出机关，设卫生局负责所辖区内的卫生行政工作。行政公署卫生局一般设有医政、卫生防疫、妇幼卫生等科。行署（市）卫生局根据本地区具体情况，贯彻执行省卫生厅（局）的卫生工作任务，检查督促所属单位的卫生工作。

县、自治县人民政府设卫生局，管理本县卫生行政工作。县卫生局的工作重点是抓好农村卫生工作，负责全县农村基层卫生组织建设，具体实施防治疾病规划和各项卫生法规，改善农村卫生面貌，巩固发展合作医疗，培训提高乡村医生等。

有的县下设区卫生所，作为县卫生局的派出机构，管理本区内卫生行政工作。农村乡（镇）卫生院担负全乡（镇）范围内的卫生行政与卫生业务工作。

卫生部

卫生部（Ministry of Public Health）是国务院的一个组成部门，主管全国卫生工作的国家卫生行政领导机关。它负责贯彻实施共产党和政府的卫生工作方针政策，组织医药卫生人员，开展防病治病工作，保护人民身心健康，提高全民族的身体素质。

1949 年 11 月成立中央人民政府卫生部，归政务院领导。1954 年 11 月改称中华人民共和国卫生部，简称“卫生部”。

历届卫生部长　1949—1965 年李德全（女）。1965 年以后钱信忠。1973—1976 年刘湘屏（女）。1977—1979 年是江一真。1979—1982 年钱信忠。1982—1987 年崔月犁。1987 年起陈敏章。

任务与职责　根据国家建设事业的发展和人民生活的实际需要，卫生部的工作任务在不同时期有所侧重。经济恢复时期，着重医治战争创伤，防治主要疾病，使人民从疾病威胁中解救出来。经济建设时期，在加强城市、工矿、交通运输业卫生工作的同时，在农村，继续防治严重危害人民健康的传染病；发展医药卫生机构，加强医药卫生教育和科学研究，培养卫生干部；团结中西医，调动广大医药卫生人员的积极性。社会主义现代化建设时期，卫生部的任务是根据共产党的路线、方针、政策，管理全国卫生事业，开展防病治病工作，提高人民健康水平，建设社会主义精神文明。其职责：①从中国实际情况出发，制定卫生工作方针、政策和法规、技术标准，提出卫生事业发展规划和工作计划，并检查执行情况，组织经验交流。②坚持预防为主，进行卫生宣传教育，开展爱国卫生运

动，制定疾病防治规划，重点做好严重危害人民健康的疾病防治工作。实施国境卫生检疫，防止疫病传入和传出。③负责环境、劳动、饮水、食品、学校、放射防护等卫生管理，制定卫生标准，组织及实施卫生监督。④研究制定城市、农村和民族地区的医疗卫生机构设置和业务管理办法。会同有关部门制定卫生技术干部的职称和工资标准。有计划地发展卫生队伍，提高其业务水平。⑤贯彻实施中医政策，积极发展中医药事业，继承和发扬中国医药学遗产，开展中西医结合工作，促进中医、西医、中西结合医三支力量共同发展。⑥开展妇女、儿童卫生保健工作，防治严重危害妇女、儿童健康的疾病，负责计划生育的技术工作，保障妇女儿童健康。⑦发展医学教育，培养医药卫生人才。按照统一领导、分级负责的规定，编制高、中等医学教育和进修教育计划，制定规章制度、教学计划，编审教学大纲和教材等。管好直属医学院校。⑧制定医学科学研究长远发展规划和年度计划，组织医药卫生科学研究发明创造和技术成果鉴定推广使用，开展国际交往，促进学术交流。⑨制定药品及生物制品标准，并审批其新产品。对药品的生产、供应和使用实施质量监督。管理麻醉药品和剧毒药、精神药。组织生物制品和血液制品的生产、供应、使用，加强管理。⑩开展卫生外事工作，负责进行多边、双边、政府间和民间的医疗卫生保健和科学技术的国际交流和合作。

机构设置 1949—1952年国民经济恢复时期，卫生部设立办公厅、卫生计划检查局、公共卫生局(1951年改为保健防疫局)、医政局、妇幼卫生局、卫生宣传处、中央直属机关卫生处和技术室。1953年进入经济建设时期，相应增加了一些机构，以适应建设事业发展的需要。为使领导权相对集中，将主管业务工作的"局"改为"司"。1957年，卫生部设办公厅、卫生防疫司、医疗预防司、血吸虫病防治局、中医司、医学教育司、妇幼卫生司、干部司、药政管理局、计划财务司、保健局、卫生宣传处等。1982年进行机构改革，经国务院批准，设立办公厅、政策研究室、人事司、计划财务司、医政司、卫生防疫司、地方病防治局、科学教育司、中医司、妇幼卫生司、药政管理局、外事局、老干部局及保健局等职能部门。1986年7月成立了国家中医管理局(1989年改为国家中医药管理局)作为国务院直属机构，以加强对中医工作的领导。1988年11月后，政策研究室改为政策法规司，科教司分为科技司及教育司。卫生防疫司分为防疫司和卫生监督司。

与其他卫生机关的关系 为了有效地发动群众，开展卫生工作，国务院成立了全国爱国卫生运动委员会、国家计划生育委员会、国家医药管理局、国家中医药管理局、国家环境保护局等。卫生部同这些部门是平行关系，在完成卫生工作任务中，既要实现卫生部门本身的工作职责，又要发挥自己的作用，与有关部门互相支持、互相协助与合作。

卫生事业机构

卫生事业机构亦称卫生业务机构，指直接为居民提供医疗、预防、保健服务的卫生专业机构，以及医学教育和医学研究机构。

中国的卫生事业机构按所属部门分为卫生部门、工业及其他部门两大类；按所有制性质分为国家卫生机构、集体所有制卫生机构及私人卫生机构；按业务性质分为医疗预防、卫生防疫、疾病防治、妇幼保健、药品检验、医学教育及医学科研等几类。

医疗预防机构是种类复杂、数量最多的一类卫生事业机构，包括综合医院、中医院、专科医院、乡(镇)卫生院、疗养院(所)及各种门诊医疗机构。1989年底，中国共有县及县以上医院13 248所，床位180万张，乡卫生院47 523所，床位72万张，疗养院(所)651所，床位12万张，门诊部(所)128 112所，专科疾病防治所(站)1 747所。

卫生防疫站是以防病灭病及卫生监督为主要任务的卫生事业机构。中国在市、县以上各级行政区域及某些工业部门设立卫生防疫站。1989年底全国共有卫生防疫站3 591所。

妇幼保健机构，包括妇幼保健院、所、站，儿童医院，儿童保健所等，是为妇女及儿童保健服务的专业机构。1989年底全国有妇幼保健院316个，31 087张床位，儿童保健院31个，7 716张床位，妇幼保健所2 796个。

疾病防治机构指以防治某种或某类疾病的卫生事业机构，主要有结核病、寄生虫病、地方病、职业病、口腔病、眼病、皮肤病、麻风病、肿瘤、心血管病、精神病等防治院、所、站。1989年底全国共有各类疾病防治所(站)1 747所。

药品检验机构指对生产、经营、使用及进出口药品的质量进行监督，以保证用药质量、安全和有效的专业机构。1989年底全国有药品检验所(室)1 854所。

医学院校分高等医药院校及中等医药学校两类。1989年底中国共有高等医药院校121所，在校学生199 305人；中等医药学校554所，在校学生306 506人。

医学科研机构除卫生部直属的中国医学科学院、中国中医研究院及中国预防医学科学院以外，各地区、医学院校及医疗卫生机构也有医学科学研究院(所、室)。1989年底全国共有独立医学科研机构328所，研究和专业卫生技术人员22 018人。

疾病防治机构

疾病防治机构是指防治某一类疾病的卫生专业机构。为了有计划地防治、控制或消灭某种或某类疾病，设立了专科防治院、所、站，如血吸虫病、疟疾、黑热病、寄生

虫病、地方病、性病、结核病、精神病、牙病、眼病、职业病及麻风病等防治院(所、站),防治服务的对象包括病人及健康人,主要工作是:①积极主动地发现病人,包括对某些人群,特别是高危人群进行定期的预防检查,结合日常医疗工作仔细检查和观察病人以及对传染病接触者和可疑病人的检查等。一旦发现病人即加以登记,建立防治观察卡,进行系统的防治服务。②对病人及某些人群进行系统观察及防治服务,包括家庭、门诊及住院治疗,定期复查,并进行家庭及单位访视,以了解病人的家庭及工作单位的环境、生活及劳动条件,分析影响病情的各种不良因素并尽可能协助控制或清除这些因素以促进康复。③动员社会力量,进行广泛的卫生宣传和社会卫生措施,改进居民的生活与劳动条件,改变不良的卫生行为及生活方式,以控制或清除致病因素。

群众卫生组织

群众卫生组织是指动员、组织社会力量及广大群众参加卫生活动,促进卫生事业发展的社会组织。

卫生工作是一项涉及社会每一部门,每一个人的群众性工作。卫生工作的根本任务是保护和增进全体人民的健康,即"人人健康"。为了做到人人健康,必须依靠社会各方面的力量,发动和组织广大群众积极参加卫生活动,即"部门参加"及"群众参预"。因此,群众卫生组织是国家卫生部门,通过各种方式,动员、组织各方面社会力量及广大群众参加卫生工作的社会组织。

在中国,广义的群众卫生组织包括三类,即①由政府有关部门、人民团体及知名人士等组成,动员、协调有关社会力量推进卫生工作或防治某类疾病的组织,如爱国卫生运动委员会,计划生育协会,血吸虫病防治委员会,防痨协会等。②主要由卫生专业人员组成的学术性或行业性群众团体,如中华医学会、中医学会、护理学会、卫生工作者协会等,这类群众卫生组织以组织会员学习、交流学术及工作经验为主要任务。③由广大群众卫生积极分子组成的群众卫生组织,如中国红十字会,它以发动群众参加卫生活动,宣传卫生知识,组织自救、互救为主要活动,是卫生专业机构开展群众卫生工作的主要助手。

中华医学会

中华医学会(Chinese Medical Association)是全国医学科学工作者的学术性群众团体,受中国科学技术协会和卫生部双重领导。

在中华医学会成立前,中国有一个中国博医会,由外籍医生主办。1915年2月,爱国医生颜福庆等人经过酝酿和筹备,趁出席在上海举行的博医会年会之机,召开了中华医学会成立大会,时有会员20余人。同年11月,《中华医学杂志》(中英文并列)第一卷第一号编辑出版,发表了"中华医学会宣言书","中华医学会例言及附则"。1916年2月,中华医学会在上海召开第一次会员大会,通过了会章,组织了学术活动。以后基本每两年召开一次会员大会。1932年4月,中华医学会和中国博医会召开理事会联席会议,宣布合并,仍称中华医学会,同时规定外籍会员不得任会长、秘书长、会计等职务。同年9月,举行了合并后的第一届会员大会。新中国成立后,1950、1952、1956年分别召开了第十六、十七、十八届会员代表大会。1954年开始吸收中医入会。1984年2月—3月在北京召开了第十九届会员代表大会,修改了会章,选举产生了新的理事会。

历届会员大会情况

届次	年份	地点	会长	备注
第一届	1916	上海	伍连德	
第二届	1917	广州	伍连德	与博医会联合举办
第三届	1920	北京	俞凤宾	与博医会联合举办
第四届	1922	上海	刁信德	
第五届	1924	南京	牛惠霖	
第六届	1926	上海	刘瑞恒	
第七届	1928	北京	林可胜	
第八届	1930	上海	牛惠生	会长制改为委员长制
第九届	1932	上海	牛惠生	会员1 500人
第十届	1934	南京	林宗杨	会员2 093人
第十一届	1935	广州	朱恒璧	会员2 720
第十二届	1937	上海	金宝善	
第十三届	1940	昆明	金宝善	
第十四届	1943	重庆	沈克非	
第十五届	1947	南京	朱章赓	
第十六届	1950	北京	傅连暲	会员3 179人
第十七届	1952	北京	傅连暲	会员6 819人
第十八届	1956	北京	傅连暲	会员15 218人(包括中医)
第十九届	1984	北京	吴阶平	会员81 000人
第二十届	1989	北京	陈敏章	会员22万多人

宗旨与任务 团结广大医学科学工作者,坚持四项基本原则,提倡实事求是的科学态度,贯彻"百花齐放,百家争鸣"方针,发扬学术民主,为发展医学科学事业,促进和提高人民的健康水平,把中国建设成高度文明、高度民主的社会主义现代化强国而奋斗。

主要工作 (1) 开展学术交流:通过各种学术会议为会员和其他医学卫生工作者提供交流医学科技知识和经验的机会,对广泛传播先进经验和科研成果起积极作用。学术会议的安排原则是:按照国家科术规划和要求,首先抓危害人民健康最大的常见病和多发病;对成绩突出的领域尽快予以推广,对需要加快步伐的新兴学科和专业给予一定的扶持。学术会议还发动科学家和科技工作者为国家建设和医学卫生事业的发展献计献策,积极发挥学会的咨询顾问作用

(2) 编辑出版学术刊物：1989年由中华医学会编辑出版或中华医学会委托有关单位编辑出版的“中华”系列医学杂志有46种；包括医学(中、英文版)、内科、外科、妇产科、儿科、眼科、耳鼻咽喉科、神经精神科、皮肤科、骨科、泌尿外科、神经外科、小儿外科、实验外科、显微外科、整形烧伤外科、传染病、肿瘤、心血管病、结核和呼吸系病、消化、肾脏病、内分泌、代谢、口腔医学、老年医学、血液学、麻醉学、核医学、物理医学、放射学、放射医学与防护、器官移植、医学检验、流行病学、劳动卫生和职业病、医学教育、医院管理等。办刊方针是提高与普及相结合，理论与实践并重，以及“百花齐放，百家争鸣”。各种期刊既充分反映我国医学的先进学术成果，代表国家水平，又注意兼顾广大读者的水平和实际需要。

(3) 普及医学卫生知识：主要为组织科普队伍，协调科普计划，发现和培养科普积极分子，联合有关单位开展科普活动。医学卫生科普活动面向社会、面向基层、面向群众，同时也面向医学卫生工作者，特别是农村基层卫生工作者，推广新理论、新技术、新方法，帮助提高业务水平。学会提倡和鼓励会员，特别是理事、委员，关心医学卫生科普工作，积极参加科普活动，结合本身业务宣传医学卫生知识。学会于1981年成立了科普创作研究会。

(4) 开展国际学术交流：发展同各国医学科学工作者和学术团体的友好往来与合作。学会所属外科、肿瘤、儿科、泌尿外科等专科学会已分别加入相应的国际组织，并派遣代表出席他们的年会，提供学术论文，对反映中国医学卫生事业的成就和医学科学技术水平起到一定作用。近年来在中国举办了多次双边或多边国际性学术讨论会，并邀请国外有关专家、外籍华人及港澳医师参加学会举办的学术会议，或来华举办一些学习班，对提高国内医学水平，促进国际学术交流有一定影响。与世界上几十个国家和地区建立了学术期刊交换和互赠关系，收藏世界各国医药卫生书刊及有关学术资料。

组织机构 中华医学会总会设在北京，各省、自治区、直辖市设分会，绝大多数地、市以及有条件的县也建立了分会。各级学会受同级科学技术协会和卫生行政部门双重领导，同时接受上级学会的业务指导。

总会和分会根据条件按学科设立专科学会，到1989年底已成立了内科、外科、妇产科、儿科、公共卫生、结核科、放射科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、病理、皮肤科、神经精神科、肿瘤、医史、心血管病、消化系病、呼吸系病、血液学、肾脏病、传染病与寄生虫病、内分泌学、麻醉、骨科、泌尿外科、老年医学、环境卫生、劳动卫生与职业病、流行病学、微生物与免疫、检验科、理疗科、核医学、放射医学与防护、医院管理、计划生育、风湿病学、整形外科、病毒、食品卫生、心血管外科、围产医学、器官移植、航海医学、显微外科学、医学伦理学等专科学会。1988年中华预防医学会成立后，部分专科学会划归其领导。

中华医学会的最高权力机构是全国会员代表大会，代表大会闭幕期间，理事会是执行机构。理事会民主推选会长、副会长、秘书长和常务理事组成常务理事会，在理事会休会期间行使理事会职责。理事会根据工作需要，设立各种工作委员会，由理事分工组成，在理事会休会期间，受常务理事会领导，负责进行有关工作。各专科学会设立委员会，负责主持本专科学会的学术活动和面向基层专业人员的科普活动。学会在会长、副会长领导下，由秘书长主持日常工作。根据工作需要，学会设有办公室、学术会务部、编辑出版部、对外联络部等办事机构。

中华预防医学会

中华预防医学会(Chinese Preventive Medicine Association)是全国预防医学工作者的学术性群众团体，业务上受中国科学技术协会和卫生部双重领导。1987年11月24日成立。

宗旨与任务 第一次全国会员代表大会上通过了章程，规定本会宗旨是团结组织广大预防医学科学技术工作者，面向现代化、面向世界、面向未来，促进预防医学科学技术的繁荣和发展，普及和推广预防医学科学技术，为提高整个中华民族的体质、推动中国两个文明建设，作为国家发展预防医学事业的助手。

主要工作 包括①开展有关预防医学学术交流活动，组织重点学术课题的探讨和科学考察。②及时推广预防医学科学技术成果和先进经验，提高会员及广大预防医学工作者的学术与业务水平。③编辑出版《中华预防医学杂志》等综合性和专科性预防医学学术期刊、书籍及有关文献资料。④为国家卫生防病、预防保健发展战略、政策和重大决策提供咨询。⑤接受委托进行科技项目的论证，科技成果的鉴定，技术职务的评定，科技文献和标准的编审，提供技术咨询和技术服务。⑥举办不同类型的学习班，开展继续教育，帮助会员和医务工作者增强预防医学观念，更新知识，提高业务技术水平。⑦普及预防医学知识，提高广大人民群众的卫生知识水平。⑧发现和推荐优秀人才，推荐、评审、奖励科技成果、优秀学术论文及科普作品。⑨加强同国外有关学术团体和科技工作者的联系，开展国际学术交流。⑩积极引导会员学习马列主义和党的方针政策，提高政治思想水平，发扬全心全意为人民服务的优良传统。⑪举办为会员服务的事业和活动。

会员条件 ①高等医药院校本科毕业从事卫生、防病、预防、保健、管理及预防医学的教学、科研、编辑出版等有关学科工作3年以上，或高等医药院校专科毕业，从事上述工作5年以上者。②获得医学硕士及以上学衔者。③非高等医学院毕业，在获得医师、技师、助教、实习研究员、助理编辑等职称后，工作3年以上，有一定学术水平和工作经验者。④非医药院校毕业，从事与预防医学有关的工作，在工作年限、职称、学位等方面具备相当

于上述①、②、③项条件之一者。⑤热心积极支持本会工作，从事有关卫生组织管理工作的领导干部并作出一定贡献的预防工作者。

会员权利和义务 ①选举权和被选举权。②对本会工作的建议权和批评权。③优先参加本会举办的有关学术活动。④优先取得本会编印的有关学术资料。⑤遵守会章。⑥执行本会决议，完成本会委托的工作。⑦参加本会开展的科学技术推广和科学普及活动 ⑧按期交纳会费。此外尚有团体会员、通讯会员及名誉会员三类，后两类会员授予外籍科技工作者与专家

组织机构 最高权力机构是全国会员代表大会，每3—5年召开一次。理事会是在全国会员代表大会闭会期间的领导机构，每两年召开一次。理事会设会长、副会长、常务理事及秘书长和副秘书长。理事会休会期间，由常务理事行使其职责。会长何界生。总会设在北京

·各省、自治区、直辖市设分会，以下所辖行政区划内有一定数量会员，能独立开展学术活动者，也可成立分会。1989年底有24省、自治区、直辖市及6个计划单列市成立了分会。总会及分会根据条件建立二级专科学会、三级学组。现成立了全国专科学会22个，组织全国性和地区性学术交流，1989年召开全国学术交流会26次。出版系列杂志19种。

中华全国中医学会

中华全国中医学会(Traditional Medical Association)是中医药(包括民族医药)科学工作者的学术性群众团体，受中国科学技术协会和卫生部领导，成立于1979年5月，办事机构设在北京。

宗旨和任务 贯彻执行共产党的中医政策，坚持"中医、西医、中西结合医三支力量不断发展、长期并存"和"百花齐放，百家争鸣"的方针，团结中医药工作者和热心于中医药事业的科技人员，坚持实事求是的科学态度，积极开展学术活动，促进中医药事业的发展，保护人民健康，为社会主义现代化服务。

主要工作 ①开展中医药学的学术交流，推广科学研究成果，组织重点学术课题的探讨和科学考察活动。②编辑出版学术书刊。③普及中医药学，宣传中医防病治病常识。④向有关部门反映会员的意见和建议。⑤举办各种培训班、讲习班或进修班，提高中医药工作者的学术水平。⑥开展国际学术交流，加强同国际学术团体及学者的联系。

会员条件 ①主治中医师、主管中药师或从事中医药工作多年，具有相当于上述水平的中医药专业技术人员。②从事中医医疗、教学、科研工作，具有主治医师同等职称的医药人员和其他学科人员。③在中医医疗、教学、科研工作中有特殊专长，确有成效和突出成绩者。④热心支持中医药事业的卫生管理干部。

组织机构 最高权力机构为全国会员代表大会，每四年召开一次。代表大会选举会长、副会长、秘书长和常务理事，组成常务理事会，定期研究学会日常工作中的重大问题。秘书长或副秘书长主持日常工作。1979年5月及1985年1月，先后在北京召开第一届及第二届全国会员代表大会。会长崔月犁。

中华全国中医学会下设：中国针灸(1979年成立)、肛肠(1980年成立)、中医内科(1981年成立)、中医眼科(1985年成立)、中医外科(1985年成立)、中药、耳鼻喉科、推拿、老年医学(均1987年成立)等分科学会；医古文(1981年成立)、中医基础理论(1981年成立)等研究会。各省、自治区、直辖市成立了中华全国中医学会省、自治区和市一级分会。

学术交流 总会、分科学会和省、自治区、市分会，分别开展国内外的学术交流，进行中医人才的培训和科学知识普及活动。总会及所属分科学会编辑出版了《中医杂志》、《中国针灸》、《肛肠杂志》、《中国医药学报》等中医学术刊物。许多省、自治区、市也办了中医刊物。通过这些工作，提高了中医学术水平，促进了中医学术发展，扩大了中医药学的国际影响。

中国药学会

中国药学会(Chinese Pharmaceutical Association)是药学科学工作者的学术性群众团体，受中国科协和国家医药管理局的双重领导。

1907年冬季中国留日学生伍晟、王焕文等发起，在东京水造桥的明乐园举行"东京留日中华药学会"成立大会。1910年迁回国内，会址设于北京。1912年在北京召开了第二届年会，改称"中华民国药学会"。1935年及1936年先后在上海和南京举行了两次会员大会，改称"中华药学会"。1942年学会在重庆重新组织，改名"中国药学会"。1945年抗日战争胜利，迁至上海。1951年由上海迁至北京。1952年召开建国以后的第一次全国代表大会。1956年、1962年及1978年分别举行了年会。1984年6月在北京召开了全国会员代表会议。1988年9月召开了第十八届全国会员代表大会，修改了会章，选举产生了新理事会。齐谋甲任理事长。

中国药学会成立70余年，召开过多次学术会议，创办过《中华药学杂志》(后改称《中国药学杂志》)、《药学季刊》、《北华通讯》、《药学学习》、《南京药讯》、《西南药刊》等期刊。出版的刊物有《药学学报》(月刊)、《药学通报》(月刊)、《中药通报》(双月刊)、《药物分析杂志》(双月刊)、《医院药学杂志》(双月刊)、《海洋药物杂志》(季刊)、《新药与临床》(季刊)和《中国临床药理学杂志》(季刊)等。

宗旨和任务 团结广大药学科技工作者，坚持四项基本原则，提倡实事求是的科学态度，贯彻"百花齐放，百

家争鸣"的方针，充分发扬民主，开展学术自由讨论，为繁荣中国药学科学事业，促进科技战线出成果、出人才，为加速实现我国四个现代化，促进社会主义精神文明建设作出贡献。

主要工作 通过各种学术会议，开展学术活动，促进学术交流。编辑出版学术刊物，普及药学知识，传播先进生产技术经验。根据国家经济建设、药学事业和学科发展的需要，举办各种学术讲座、培训班、讲习班或进修班，提高会员以及药学工作者的学术水平和专业知识。向政府提供合理化建议，向有关部门反映药学工作者的意见和呼声，开展国际学术交流活动，加强同国外药学科学技术团体和药学科技工作者的友好联系。

会员条件 凡高等院校本科毕业，在药学研究、教育、生产及销售、医院药剂、药品检验等单位或科教部门从事药学工作3年以上，并有一定学术水平者，或虽非高等院校本科毕业，但已具有相当于以上规定的工作经验和学术水平的中西药学科技人员，均可申请为本会会员

组织机构 中国药学会的最高权力机构是全国会员代表大会。在全国会员代表大会闭会期间，理事会是执行机构。理事会民主推选理事长、副理事长、秘书长和常务理事，组成常务理事会，在理事会休会期间行使理事会职责。各省、自治区、市设有分会。各级分会受同级科学技术协会和医药管理部门或卫生行政部门的双重领导，同时接受上级学会的业务指导。

学会设有中药和天然药物、药剂学、药物化学、抗生素、药物分析、生物药物、药理学、抗衰老药物、制药工程、药事管理及药学史等分科学会。各分科学会设立委员会，负责主持本科各种学术活动和面向基层专业人员的科普工作。各地分会根据各自条件适当设立相应的分科学会或学组。此外，本会尚设有普及与教育委员会、咨询服务工作委员会等。

中华护理学会

中华护理学会(Chinese Nursing Association)是护理技术工作者的学术性群众团体，为中国科学技术协会所属的一个专门学会。

1909年成立，原名"中华护士会"，发起人是美籍护士倍宝珠，以后几届理事长均由外籍护士担任，至1924年才由中国护士伍哲英任理事长。当时的主要任务是：开展护士教育，翻译及编著护士教材，登记护士学校，办理护校学生毕业会考及经管护士职业，为护士谋取福利，争取护士的合法地位等。1914年在上海召开第一届全国护士代表大会。1920年改名为"中华护士学会"，出版《中华护士季报》。1922年参加国际护士会 总会最初设在上海，后曾迁至武汉、北京，1933年在南京建立会所。1941年5月12日在延安成立中华护士学会，其任务是团结全边区护士，学习和贯彻中国共产党的卫生方针政策，加强护理工作

1950年在北京召开学会第十七届全国会员代表大会，改选了理事会，邓颖超、李德全、傅连暲任名誉理事长，沈元晖任理事长 1951年各省、自治区、市先后成立了分会。1954年5月学会编辑出版的《护理杂志》创刊发行。1964年在北京召开了第十八届全国会员代表大会，改名为"中华护理学会"，由卫生部领导，会址设在北京，陈坤惕任理事长。1987年在南京召开了第二十届全国会员代表大会，选举产生了新的理事会，林菊英任理事长。

宗旨与任务 团结全国广大护理人员，为繁荣发展中国护理科学事业，促进护理战线出成果、出人才，为加速实现中国四个现代化作出贡献。

主要工作 积极开展学术交流活动，组织重点学术课题的探讨和科学考察；编辑出版《中华护理杂志》和其他护理学术资料；通过各种形式普及卫生保健和护理知识；发动会员对国家重要的护理技术政策和问题发挥咨询作用；根据医药卫生事业和护理科学发展的需要举办各种培训班或学习班，努力提高学术水平；积极开展国际学术交流活动等

会员条件 ①大专院校护理专业毕业，从事护理工作3年以上，具有一定护理学术水平者。②正式护校毕业，经考核确定技术职称为护师以上的护理人员。③正式护校毕业，从事护理工作15年以上，现任护士长或护校教师，或连续从事护理工作20年以上，具有一定护理经验和学术水平者。

组织机构 学会的最高权力机构是全国会员代表大会，大会闭幕期间，理事会是执行机构。在理事会休会期间，常务理事会行使理事会的职责。学会根据工作需要设立内科护理、外科护理、儿科护理、护理行政、护理教育及护理科普等学术委员会。针对护理中的薄弱环节，总会先后召开过多次全国性专题学术会议，组织交流各护理专科的先进经验，活跃了全国护理学术风气，促进了中国护理学科的发展。总会和各地分会还组织了各类护理学习班，培训护理人员，出版了一些专业书籍。此外，学会还经常了解全国护理工作情况和护理人员中存在的问题，提出合理化建议，向各级卫生部门反映，发挥了参谋助手作用。学会与国际护理界的交往亦较频繁，通过相互考察访问，加强了对护理工作的相互了解，扩大了学术交流活动。

中国红十字会

中国红十字会(Chinese Red Cross Society)是中华人民共和国政府领导下的人民团体。它协助政府各有关部门，从事群众卫生，社会福利和人民外交等工作

中国红十字会于1904年成立，采用日内瓦公约规定的白底红十字为标志。1912年经红十字国际委员会承认。1919年加入国际红十字协会，成为国际红十字组织

的一员。1950年10月，中国红十字代表团参加国际红十字协会第21届理事会，被选为执行委员会委员。1952年，外交部长周恩来代表中国政府声明，承认1949年四个日内瓦公约。1956年，全国人民代表大会常务委员会批准了改善战地伤者病者境遇、改善海上伤者病者及遇船难者境遇、关于战俘待遇、关于战时保护平民等四个日内瓦公约，成为四个公约的缔约国。十年动乱期间，红十字会的国内工作被迫中断，但国际工作未停。1979年3月及1985年5月先后在北京召开第三次及第四次代表大会。1988年召开第五次代表会议，选举陈敏章为会长。

宗旨与任务 按救死扶伤实行革命人道主义方针，在国内，为社会群众服务，帮助群众提高健康水平，在国际活动中，增进与各国人民的友谊，发展友好关系。

主要工作 ①群众性的卫生救护活动，如开展卫生宣传，举办群众性卫生救护训练，建立红十字卫生站、救护队，进行平时小伤小病的治疗和急救，战时的战伤救护。②献血的宣传动员与组织工作。③社会服务工作，如发动会员为群众做各种各样的好事，敬老助残，扶危济困。④社会救济福利工作，如动员退休医护人员组织诊所、体检队，办理残疾人福利院（站），组织红十字医护人员和会员群众进行自然灾害的医疗卫生和救济工作。⑤宣传组织群众，参加爱国卫生运动的有关活动及计划生育工作。⑥在学校发展红十字青少年，开展青少年品德教育，卫生急救知识教育，搞好学校保健，开展社会服务活动，举办红十字青少年夏令营等。⑦国际间的灾害救济（对外捐助，也接受外来捐助）。⑧参加各种红十字国际会议，进行友好往来，交流各项红十字工作的经验与技术。⑨国际间的查人转信，遣返战俘，医疗救护和社会服务等其他政府委托办理的工作。⑩主办《中国红十字》杂志及《中国红十字报》。

会员条件 凡中华人民共和国公民，主要是群众中的卫生积极分子以及热心卫生、社会服务和各项红十字工作的群众，都可参加中国红十字会为会员。吸收热心红十字工作的社会人士和各方面人员，为红十字会义务工作，称红十字志愿工作者。

组织机构 中国红十字会总会设在北京，在全国各省、自治区、直辖市及所属市、县、区，建立红十字会；基层单位如街道、乡、学校、厂矿、商店等，也可建立红十字会组织。

中国红十字会的最高领导机构为全国代表大会，在代表大会闭会期间，理事会为执行机构，并设常务理事会领导日常工作。总会设办公室、国际联络部、组织部、卫生救护部、社会福利部、宣传部等机构，办理日常工作。地方红十字会也有相应的组织机构。1986年成立了红十字训练中心。

卫生工作者协会

卫生工作者协会（Health Workers' Association）是中国社会医务人员的群众性组织。50年代建立，当时的主要任务是组织会员学习政治、卫生方针政策和医疗卫生业务，以提高会员的政治思想和业务水平；协助有关卫生部门组织社会医务人员参加卫生宣传、防疫、妇幼保健及其他群众卫生工作；动员个体开业医务人员组织起来，建立联合诊所、联合妇幼保健站等联合医疗机构，走集体化道路，并协助卫生行政部门加强对联合医疗机构的管理。当时的会员主要是个体开业及私立医疗机构的医务人员，公立医疗机构的医务人员则参加医务工会。卫生工作者协会一般只建立市（大城市的区）及县等地方组织，由会员民主选举产生执行委员会及正副主任委员。基层组织是按地区或医疗单位成立的小组。在中国人民卫生事业的发展史上，卫生工作者协会在团结、改造社会医务人员、组织个体开业医务人员走集体化道路、参加卫生防疫及妇幼保健工作、推动城乡群众卫生工作等方面曾起了积极作用。

60年代以来，由于城乡联合医疗机构均改为地段医院、乡（镇）卫生院等基层卫生机构，由卫生行政部门直接领导与管理，各地卫生工作者协会先后停止活动。80年代以来又恢复活动。

1986年7月成立了中国农村卫生协会，在农村地区代替卫生工作者协会，是中国农村基层卫生工作者及乡村医生为主的群众性专业组织，各省、自治区、市和部分地（市）、县也成立了地方组织。其宗旨是团结全国农村卫生工作者，积极开展初级卫生保健，促进中国农村卫生事业发展，提高中国农村居民健康水平，为农村的社会主义现代化建设服务。

中国防痨协会

中国防痨协会（Chinese Anti-tuberculosis Association）是以结核病防治为主要任务的群众性学术团体，受中国科学技术协会和卫生部双重领导。

1933年11月21日成立，当时名为中国预防痨病协会，湖南、江西、北京等地相继成立分会。抗日战争期间会务停顿。抗日战争胜利后，各地纷纷组织分会，至1947年已成立十一处。1948年1月18日上海防痨联合委员会经征求各地意见在上海举行各地防痨协会代表大会，由颜惠庆主持，改名为中国防痨协会。1951年总会迁北京。1989年召开了第五届全国会员代表大会，产生了第五届理事会，选阚冠卿为理事长。1986年恢复了中国防痨协会在国际防痨联合会中的合法地位。

宗旨和任务 团结广大防痨工作者，开展学术交流，向群众普及防痨知识，为早日在中国控制和基本消灭结

核病而努力。

主要工作 ①开展学术交流活动,组织重要学术问题的探讨和调查。②普及防痨知识,传播先进技术和经验。③编辑出版《中国防痨通讯》及其他有关资料。④对开展防痨工作的技术政策和有关问题,发挥咨询作用,提出合理化建议,向有关部门反映防痨工作者的意见和建议。⑤开展国际学术交流,加强与国外防痨团体和防痨工作者的友好联系。⑥根据防痨工作需要,采取多种形式,举办各种培训班、讲习班或进修班,提高防痨工作者的学术水平。

会员条件 ①主治医师、助理研究员和讲师以上的防痨工作者。②取得硕士学位以上的防痨工作者。③高等院校毕业,从事结核病工作3年以上,并有一定学术水平者;或虽非高等院校毕业,但具有相当于本规定的工作经验和学术水平的防痨工作者(包括护理、医技人员)。④热心和积极支持防痨工作或协会工作的党政领导干部。国外著名的防痨专家可经总会常务理事会聘请为名誉会员或特邀会员。

组织机构 中国防痨协会的最高领导机构是全国会员代表大会。在会员代表大会闭幕期间,理事会是执行机构。理事会选举理事长一人,副理事长若干人,秘书长一人,副秘书长若干人,组成常务理事会,在理事会闭幕期间,代行理事会职责。根据工作需要,理事会下设学术工作委员会、普及与教育工作委员会、编辑委员会、国际学术交流委员会。

工业卫生组织

工业卫生组织是为工矿企业职工及家属提供卫生服务的专业卫生组织体系。1954年第一届全国工业卫生会议以后,工业卫生改由地方卫生部门统一领导,卫生部及省、自治区、市卫生部门相应地设立了工业卫生处。1958年起有些工业部门又相继恢复了卫生处,由工业部门和地方卫生部门双重领导工业卫生工作。1989年底,全国工业及其他部门有医院6 278所,床位548 519张,卫生技术人员1 074 953人。多数省、自治区、市设有职业病防治院或劳动卫生研究所,部分工业集中的地、市也设有职业病防治所,各级卫生防疫站设立了劳动卫生科(组),有些地方医院内也设置了职业病科,帮助工矿企业医院开展职业病防治工作。

工业卫生机构的设置原则 ①建立统一的工矿医疗卫生组织机构。大型企业可成立卫生处或卫生科,统一领导企业的医疗卫生机构,如医院、门诊部、卫生防疫站、职业病及结核病等专科防治机构。小型企业的卫生站直接由厂部领导。②依据企业的规模,生产性质,职工人数、年龄与性别构成,工作班制,负担家属医疗等因素,确定工业企业医疗卫生机构设置的规模和编制。1979年卫生部颁布的《工业企业设计卫生标准》规定:职工人数不到300名的工业企业设卫生室,职工人数在300—5 000名的工业企业设厂矿卫生所,职工人数在5 000名以上的工业企业设职工医院,交通不便的山区、边远地区以及产生显著毒害的工业企业,职工人数在3 000名以上的也可设置职工医院。职工在2 000名以上的工业企业,还应在500名职工以上或职工人数在300名以上、产生显著毒害的车间设置车间卫生站。车间卫生站根据情况可设在各个车间,也可几个车间联合设立。③卫生专业队伍与群众卫生组织相结合。在车间和矿井建立红十字卫生站、安全卫生小组等不脱产的卫生员。

工业卫生服务的组织原则 是车间地段制(车间医师制),即以一定的医务人员为一定的车间工人服务。车间地段的主要负责医生是内科医师,其他专科医师虽在各个车间地段没有编制,但对车间的卫生预防工作也负有一定责任。车间地段的划分主要依据车间的性质、职工人数及防治对象的数量。一名车间医师可以负责100—150名防治对象。一般1 500工人左右的地段,应当设有一个车间卫生站。

工业卫生的服务对象 主要为工矿职工(包括一部分家属)。工业卫生服务内容除了与一般居民共同的医疗卫生工作外,还应包括工业外伤急救、职业病防治、工作场所有害因素调查及提出改进建议等。工业企业的劳动卫生与职业病防治工作受该地区职业病防治院(所)的业务指导,防疫工作受该地区卫生防疫站的指导。医疗工作受该地区医院和专科医疗机构的业务指导。医疗力量较强的市(区)医院定期到医疗力量薄弱的工矿单位帮助会诊,开展新的医疗技术,对于提高工矿的医疗水平有积极作用。

工业卫生服务的内容 主要包括:①对企业职工的健康资料进行统计分析,及时提供企业职工健康状况,为制订保健计划及职业病多发病防治措施、分析职工健康发展的趋向等提供基础资料。②进行卫生监测,发现超出国家规定的卫生标准时要采取改善措施,对一些容易发生健康危害的作业场所,应制订有效的预防措施。③及时发现和诊断职业病人,调离原工作环境和重新安置工作,对病人进行系统治疗和疗养,对有害作业工人和职业病人进行健康教育。④定期进行不安全因素的调查研究,采取预防工业外伤措施,加强安全教育,健全救护和急救组织,严格职业安全训练。⑤建立和健全企业内疫情报告制度,对疫情进行科学的预测和分析,以便及时采取预防措施。⑥对接触有害物质作业工人进行定期健康检查,及时发现职业病和健康损害。

农村卫生组织

农村卫生组织是为农村居民提供医疗预防、卫生防疫和妇幼保健任务的专业卫生组织体系。1949年全国农村医疗卫生机构仅1 460所,病床仅2万多张。新中国成

立以来，中国农村卫生组织有了很大发展。50年代初期，在各县成立县卫生院，以后又分为县医院、县卫生防疫站及县妇幼保健所（站）。在基层将个体开业医务人员组织起来，成立卫生所、联合诊所及医药合作社，同时培训了大批不脱离农业生产的卫生员、保健员及接生员。50年代后期，除充实提高县级医疗卫生机构外，乡镇普遍建立了卫生院，生产大队建立了卫生室，卫生员经过培训成为乡村医生，逐步形成农村三级医疗卫生网。

在农村三级医疗卫生网中，县级卫生机构是全县卫生技术指导中心及农村卫生人员培养进修基地，是农村卫生建设的重点。乡（镇）卫生院是农村卫生组织的枢纽，起承上启下及本地区卫生技术中心的作用。村卫生室是农村卫生组织的基础，担负着大量的初级卫生保健工作。

农村卫生组织从机构性质上看，可分为卫生行政组织、卫生业务组织及群众卫生组织三种。卫生行政组织起领导、布置、督促及检查卫生工作的作用，卫生业务组织具体负责医疗卫生工作，群众卫生组织主要做好群众卫生工作。从业务分工上看，农村卫生机构分为医疗、卫生防疫及妇幼保健三类，各成体系，密切协作。从经济性质上农村卫生机构有全民所有制、集体所有制及个体开业三类，县级卫生机构都是全民所有制，卫生院大部分是集体所有制。

1989年底，全国有县医院2 241所，病床383 627张，乡（镇）卫生院47 523所，病床722 713张，乡村医生124万人。

乡（镇）卫生院是农村三级医疗卫生网的中间纽带和医疗卫生技术中心，除了日常医疗工作外，还要承担大量农村卫生防疫、妇幼保健、计划生育技术指导、指导村卫生室工作及管理培训乡村医生等社会卫生工作。办好卫生院，充分发挥它在农村医疗卫生工作中的作用，对于开展农村初级卫生保健，保障农民基本的医疗卫生服务需要，具有重要意义。卫生院的规模和人员编制视所负责地区的人口数、服务半径、交通条件、防病治病任务及群众就医习惯而定。卫生院的人员有国家人员及集体人员之分，集体人员的工资福利待遇参照国家卫生人员有关规定。

妇幼卫生组织

妇幼卫生组织是为妇女及儿童提供保健服务的专业卫生组织。中国不仅在卫生行政机构中设有相应的组织，以加强妇幼卫生工作的领导，同时，还有一套较完整的妇幼保健业务机构，为妇女儿童健康服务。

妇幼卫生行政组织 卫生部设妇幼卫生司，各省、市、自治区卫生厅（局）设妇幼卫生处（科），地（市）卫生局设妇幼卫生科（组）或专职干部。地（市）级以下（主要指县级城市的）卫生行政机构中，大多不设妇幼卫生组织或专职干部，而由同级妇幼保健业务机构代司其职，采取行政业务合一的组织形式。

各级妇幼卫生行政组织的职责是在卫生局的统一领导下，负责本地区妇幼卫生工作的组织指导，具体内容包括：①根据卫生工作方针、政策以及上级指示，结合本地区的实际情况，制定本地区妇幼卫生事业规划，包括机构的设置、队伍的建设以及业务发展的目标。②制定阶段性的妇幼卫生工作计划，布置、检查和总结工作。掌握必要的数据，作为安排工作的依据。③与有关部门共同组织本地区内各级妇幼保健专业机构及综合医院妇产科、儿科，开展有关妇女儿童的医疗、保健、教学及科学研究，并督促检查其工作质量。④根据妇幼卫生队伍的实际情况，有计划地组织培训进修，协助医教部门制订培养妇幼保健人员的教学计划，对各级妇幼保健人员的奖罚、任免及提升、晋级等工作提出办法和建议。

妇幼保健专业机构 包括妇幼保健院、所、站，儿童保健院、所，妇女保健院、所，妇产医院，儿童医院等。地（市）以上妇幼保健机构设有门诊、床位（或只设门诊）。县级妇幼保健机构有院、所、站三种形式，设置床位及门诊者称妇幼保健院；不设床位但开展门诊业务（包括设置5张以下观察床位者）称妇幼保健所；深入基层开展业务技术指导不设置床位、不开展门诊者称妇幼保健站。

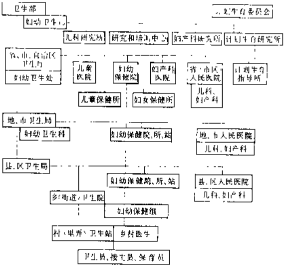
妇幼保健机构是防治结合的卫生事业单位。各级妇幼保健院、所，以保健为中心，以临床为基础，把保健、医疗、科研、培训等工作紧密结合起来，完成妇幼保健业务指导中心的任务。为加强和发展妇幼保健工作、开展深入的科学研究，80年代以来，还建立起国家级的妇女保健、儿童保健、围生保健、计划生育技术指导、遗传医学等研究和培训中心。

省市妇幼保健专业机构的职责 ①贯彻预防为主的方针，坚持面向农村，面向厂矿，面向基层，有计划地组织医务人员深入农村、牧区、厂矿、地段开展妇幼保健工作，培养典型，积累资料，总结经验，指导全面。②开展妇产科、小儿科、计划生育技术指导的临床业务，并协助解决本地区的有关技术疑难问题。③协助医学院校培养医务人员，负责在职高、中级妇幼保健人员的培训进修。④根据国家重点科研项目及本专业的主要问题开展科学研究，不断提高妇幼卫生工作水平。⑤编写妇幼保健宣传资料，普及妇幼卫生科学知识。

县级妇幼保健机构（院、所、站）职责 负责本地区妇幼保健业务的组织指导和业务技术指导，主要内容有①掌握本地区妇女、儿童健康状况和妇幼保健工作情况，对危害妇女儿童健康的主要问题提出防治计划和措施。②组织指导基层开展妇幼保健业务，督促检查并不断提高其工作质量。③开展门诊，包括产前、产后检查，妇女病查治，儿童健康检查及缺点矫治，计划生育技术指导等。妇幼保健院还要开展住院业务。④有计划地对基层妇幼保健人员进行培训和复训，提高其业务技术水平。⑤普及妇幼卫生科学知识，配合有关部门落实各项妇幼保健

措施。⑥在上级指导下开展有关项目的科学研究。⑦深入基层，调查研究，培养典型，推动全面。

妇幼卫生基层组织 农村卫生院和城市街道卫生院的妇幼保健组织是妇幼卫生基层组织。他们在县(区)妇幼保健机构业务指导下，开展妇产科、儿科、计划生育、儿童保健工作，并防治妇女儿童的常见病 有条件的单位，开展计划生育手术和住院接生等业务。此外，建立健全登记统计制度，掌握本乡、镇(街道)范围内妇女儿童的健康情况(见图)。



中国妇幼卫生组织示意图

人民卫生出版社

人民卫生出版社是全国性医学图书专业出版社。1953年6月1日由原华东医务生活社及东北医学图书出版社迁京合并而成，受卫生部直接领导。

方针任务 根据中国卫生工作和出版工作方针政策、法令规章，在“百花齐放，百家争鸣”，普及与提高相结合，理论密切联系实际的方针指导下，编辑出版医药图书杂志，传播、积累医药卫生科学技术知识和成果，繁荣卫生出版事业，以促进医药科学的发展，提高医药卫生人员科学技术水平和业务能力，保护人民健康，为建设社会主义的物质文明和精神文明作贡献。

出版情况 该社是全国医学图书出版量最大的专业出版社。出版物包括高等医药院校及部分中等医药专科学校的教材、参考书、医学工具书、医学普及读物及医学期刊等。不少参考书及工具书由于内容系统全面，学术水平高，又切合实用，一版再版，荣获全国优秀科技图书奖。1983年起出版了反映中国医药卫生工作成就的《中国卫生年鉴》、《中医年鉴》、《中国药学年鉴》、《中国内科学年鉴》、《中国外科学年鉴》、《中国口腔医学年鉴》及《中国计划生育年鉴》。1980年起开展国际合作业务，与世界卫生组织合作出版《世界卫生组织月报》、《世界卫生论坛》及《世界卫生组织通报》等期刊中文版，与日本、英国、美国、法国等十多家出版企业建立了合作出版关系，出版了一批书刊。

组织机构 实行社长、总编辑负责制。编辑部门由总编室和按学科、专业以及编辑工作性质分列的若干编辑部组成。另设出版部和办公室，各司其相应工作职能。

上海科学技术出版社

上海科学技术出版社是建国后成立最早、全国最大的综合性科技出版社。1956年，在当时上海出版科技书刊的多家出版单位基础上，成立了科学技术出版社(上海)。1958年起，同上海科学普及出版社、上海卫生出版社合并，更名为上海科技卫生出版社。1959年起用现名。

出书范围遍及理、工、农、医四大门类的各个学科。选题的主要方针是：基础与应用兼顾，以应用科学和实用技术为重点；普及与提高并重，以满足多方面、多层次的读者需要；重视并出好优秀学术著作和科学普及读物，保持和发扬各类技术手册、专业辞书和系统成套的出书特色。

医药卫生类图书是该社出书的一个重要方面。该社前身之一原上海卫生出版社是以人民卫生出版社上海办事处为基础，吸收上海医学出版社、广协书局、千顷堂书店、大德出版社和杭州新医书局合并于1956年改组建成。现医学部门设有中国医学百科全书编辑室、西医编辑室、中医编辑室、医学科普编辑室，以及《大众医学》编辑部。

30多年来，该社在医药卫生方面的重要系统出版物有《中国医学百科全书》(分卷本93个分册，综合本五大部)、《医师进修丛书》、《医学专题丛书》、《卫生知识丛书》、《中西医结合丛书》、全国中医院校教材(一至五版)、中西各科临床手册、现代中医著作、中医古典著作以及大型医学辞典和图谱等。

对外合作出版业务也取得了一定成效。《中药大辞典》、《眼病图谱》、《显微外科》、《烧伤治疗》和《原发性肝癌》等，已同国外进行合作，分别出版日文本或英文本。

卫生防疫管理

卫生防疫站

卫生防疫站(health and anti-epidemic station)是以改善人民生活、劳动条件、预防疾病、提高人民健康水平为主要目的的卫生事业单位,同时是国家卫生监督机构,卫生防疫工作的技术指导中心。根据国家和地方政府的授权,依据国家的卫生法令、标准和条例,对所辖地区的有关单位进行卫生防疫和卫生监督工作。卫生防疫站的服务对象是社会人群,从群体方面探讨疾病发生、发展和分布的规律,分析环境因素对人群健康和疾病的影响及其发展趋势,进而改善人群的生活劳动条件,预防、控制疾病的发生和流行。

中国建国初期在"预防为主"方针指引下,为了迅速扑灭严重危害人民健康的急性传染病和寄生虫病,组建了中央和各省的防疫大队,传染病专业防治队,民族卫生工作队以及鼠疫、黑热病、血吸虫病等专业防治所、站,深入病区开展防疫灭病工作,取得巨大成绩。1949 年学习苏联经验后中国首先在原中长铁路建立卫生防疫站。1952 年东北地区的部分省、市相继建立起卫生防疫站。1953 年 1 月政务院批准在全国范围内普遍建立卫生防疫站。1989 年底,全国共有各级卫生防疫站 3 591 所。卫生部于 1954 年颁布了《卫生防疫站暂行办法和各级卫生防疫站人员编制》,1964 年颁发了《卫生防疫站工作试行条例》,明确了卫生防疫站的性质和任务。1979 年卫生部正式颁发了《全国卫生防疫站工作条例》。

卫生防疫站是按行政区划和产业系统设置的,共分三级,即省、自治区、市卫生防疫站;省辖市、地区(自治州、盟)卫生防疫站;县(市、旗)、市辖区卫生防疫站。铁路、交通、厂矿企业在本产业系统内根据实际需要也可设置卫生防疫站。各级卫生防疫站受同级卫生行政部门领导,业务上受上一级卫生防疫站的领导。铁路、交通、厂矿企业卫生防疫站业务上受所在地区卫生防疫站的指导。卫生防疫站内部按专业设置四个基本科(室),即①卫生科,包括劳动卫生,环境卫生,食品卫生,学校卫生,放射卫生专业。②防疫科,包括急性传染病,寄生虫病和地方病控制、消毒、杀虫、灭鼠等专业。③检验科,包括微生物检验,卫生理化检验专业。④健康教育科,包括文字宣传、形象宣传、综合宣传和电化教育等。各级卫生防疫站根据自己任务大小、人员多少将上述四个基本科(室)按专业划分为若干专业科(室)。

卫生防疫站的工作内容有下列几项:

(1) 传染病控制:对法定传染病进行监测、收集、整理、上报和发布疫情资料;制订重点疾病的控制规划和具体措施,组织、指导实施,并评价其效果;组织、指导和执行疫点及疫区的调查处理和管理工作;制订免疫计划,供应生物制品,组织、指导各项预防接种工作;监督、检查医疗机构贯彻执行传染病管理条例。

(2) 寄生虫病控制:监测本地区流行的主要寄生虫病,研究流行因素,掌握流行规律,制订控制规划和防治措施,有计划、有重点地开展预防、检查、治疗工作,宣传、组织、指导措施的落实,并评价其效果。

(3) 地方病控制:监测本地区流行的地方病,研究病区的环境因素与发病的关系,探讨发病原因,掌握分布规律;制订控制规划和预防措施,有计划地开展预防、检查、治疗工作;检查、指导措施的落实,并评价其效果。

(4) 消毒、杀虫、灭鼠:对本地区主要病媒昆虫及病原动物进行监测,掌握种属本底、密度、生态习性及季节消长规律;对群众性消毒、杀虫、灭鼠工作进行技术指导;对医疗、托幼机构和特定行业的消毒、杀虫、灭鼠工作进行监督、检查,组织、指导、执行疫点及疫区的消毒、杀虫和灭鼠工作。

(5) 劳动卫生:对工农业生产的劳动条件及其对劳动者健康影响进行监测;收集、整理、分析职业病报告资料,掌握职工的健康状况;组织、指导并参加从事有害作业职工的健康检查;职业病诊断及劳动能力鉴定;针对厂矿企业存在的具体问题,提出预防职业病的具体方案和措施,督导厂矿企业贯彻落实;对各种职业危害的防护措施进行卫生学鉴定;开展经常性和预防性卫生监督。

(6) 环境卫生:对自然环境(空气、土壤、水质)的卫生状况进行定期监测;调查研究自然环境与人体健康的关系,对工业废弃物(废气、废水、废渣)及生活废弃物(垃圾、粪便、污水)造成的环境污染进行监测;调查研究环境污染对人群健康的影响,提出消除污染,保护环境的措

施，并督导执行；对粪便、垃圾、污水无害化处理和饮水卫生管理进行技术指导；对公共场所、服务行业的卫生状况进行经常性卫生监督；对城乡规划进行预防性卫生监督；对农村建设提出卫生要求和进行技术指导。

(7) 食品卫生：对食品卫生进行监测、监督，对食品污染与人体健康的关系进行调查研究；对食品的生产、加工、收购、贮存、运输、销售企业和饮食行业、集体食堂、食品摊贩的卫生状况进行经常性卫生监督；对新建、改建、扩建的食品企业和饮食行业进行预防性卫生监督；收集、整理、分析食物中毒资料，开展食物中毒的防治；协助有关部门对食品企业和饮食行业的从业人员进行食品卫生知识的培训、监督并参加上述行业人员的健康检查和传染病患者(或带菌者)的处理。

(8) 学校卫生：对学生的生长发育和健康状况进行监测，掌握学生中的多发病、传染病的发病情况，分析影响因素，提出保护和改进意见；组织、指导并参加疾病矫治工作；对教室卫生和环境卫生进行经常性卫生监督；对新建、改建、扩建的校舍进行预防性卫生监督；协助教育部门培训、考核学校卫生人员和保健教师；指导学校改善教学卫生、青春期卫生和体育卫生；协助教育部门加强对学生的卫生知识教育，培养学生的卫生习惯，保护学生的视力。

(9) 放射卫生：对当地放射工作场所的劳动条件进行监测；对各种防护设施及其效果进行卫生学鉴定；对外环境的放射性本底和放射性污染进行监测；对放射性同位素和放射线的应用及防护进行技术指导；组织、指导、参加从事放射工作人员的剂量检查和健康管理工作。

(10) 健康教育：根据当地的卫生状况，组织卫生宣传网和社会宣传力量，建立卫生宣传阵地，有计划地开展卫生宣传教育及普及卫生科学知识；编写、制作卫生宣传资料及电化教育材料等；举办卫生展览、卫生咨询和卫生科普知识讲座等。

(11) 协助爱国卫生运动委员会办公室制订爱国卫生运动计划，提出具体要求；对爱国卫生运动进行技术指导，总结、鉴定群众创造的各种行之有效的技术经验。

(12) 科研与培训：根据本地区防病灭病、提高人民健康水平需要，因地制宜地开展科学研究工作，解决实际工作中的问题；参加制订和修订卫生标准的科学实验工作，负责在职卫生防疫人员的培训提高和医学院校卫生专业学员的生产实习任务。

环境卫生管理

环境卫生管理是指国家环境保护及卫生部门等行政机构为防止环境污染，保障人民健康，在国家规定的职责范围内，实施其行政职能，通过所属机构系统，采用立法、行政法规、标准、规章制度、经济制裁等手段，对与环境污染有关的污染源，进行监测、监督，限制其排污量及提出改善超出规定范围的各种措施。

管理机构 中国的环境卫生管理机构分为两个系统，一是国家环境保护局及下属各省、市、县环境保护局，其相应的业务机构为省、市、县环境监测站；一是卫生部及各省、市、县卫生厅(局)，其相应的业务机构为省、市、县环境卫生监测站。前者主要负责与环境污染、环境保护有关的立法及贯彻执行；后者主要负责环境污染与人群健康关系的卫生标准的制订及贯彻执行。环境污染监测则是保障环境立法有效实施的重要手段，人群健康监护是保障卫生标准有效实施的重要手段。

立法及标准 环境立法和环境标准是实施环境管理的法定依据。中国已经颁布的主要环境立法及标准有：国家环境保护法，水污染防止法，中华人民共和国森林法，工业三废排放试行标准，食品卫生标准，中华人民共和国食品卫生法，生活饮用水卫生标准，工业企业设计卫生标准，渔业水质标准，农田灌溉水质标准，农药安全使用标准，工业企业噪声卫生标准(试行草案)，机动车辆容许噪声标准，城市区域环境噪声标准，大气环境质量标准，海水水质标准等。其他还有一些正式颁布的“规定”，同样具有法定效力。

上述环境法律、标准和规定，为环境管理奠定了基本原则和制度，这些原则和制度是：①社会经济发展和环境保护必须协调一致的原则 ②全面规划、合理布局、预防为主、防治结合、综合治理的原则。③对新建工业企业，执行环境影响预评价的制度。④防止污染和其他公害的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的原则。⑤企业环境保护责任制度。⑥谁污染谁治理的原则。⑦环境污染物不得超过国家容许标准的原则。⑧实施环境监测制度。⑨追究违法行为的法律责任制度等。

经济惩罚手段 这是一种在环境管理上采取的辅助手段。中国环境保护法还规定：超过国家规定的标准排放污染物，要按照排放污染物的数量和浓度，根据规定收取排污费(简称排污收费)。征收排污费的根本目的，是为了促进企事业单位加强经营管理，节约和综合利用能源，以达到促进治理污染、改善环境的目的。经验证明，经济惩罚手段收到了积极的辅助性效果。例如：有些原来不重视三废治理的企事业领导人，由于害怕缴纳排污费，终于主动找科技咨询部门，积极挖掘厂内科技人员和职工潜力，使原来长期得不到解决的三废治理问题得到了妥善处理，解决了环境污染问题。

放射卫生防护管理

放射卫生防护管理是指对放射卫生、放射医学如放射性核素在医学上应用实行的综合性业务管理。其主要目的是研究和寻找防止放射性照射有害影响的综合措施，以合理地限制和降低从事放射工作人员和居民所受内外照射剂量，防止射线损伤，保护他们的健康，促进原

子能、放射性核素和射线等技术的应用。

放射卫生防护是需要卫生、医学、物理、化学、电子、生物学等各科专业人员共同合作的一门综合性学科。放射性工作的防护必须有科学的剂量数据作基础。放射性核素的减少靠自身衰变。在制定卫生标准和处理废物时,不但要控制浓度还要控制总量。要严格控制受照射剂量,尽量减少和避免对孕妇和儿童的照射。对外照射的防护措施有屏蔽防护、距离防护、时间防护三种。在工作内容方面既有生产场所、生活环境和食品等放射水平监测和卫生评价,又有个人剂量、健康档案和放射病防治及核医学的管理。

放射卫生防护管理内容 ①制定放射卫生、放射医学和放射性核素等技术在医学上应用(即核医学)的年度计划和长远规划,并组织实施。②组织制定法规、条例、标准和细则及有关研究工作。③贯彻执行各项卫生防护法规、条例和标准,对放射性企事业单位实行卫生监督。对新建、改建、扩建的放射工作实行预防性卫生监督,对已生产的放射工作单位实行经常性卫生监督。④对放射性核素和射线装置实行登记管理制度,对放射工作单位建立管理档案(卡)。⑤对有关人员建立剂量和健康档案。⑥调查研究,作好卫生学评价。有计划地掌握辖区内放射源(天然和人工)的现状及发展趋势;掌握生活环境中的放射水平,对人群可能造成的剂量和影响作出卫生学评价。⑦总结推广经验,加强科学研究,提高工作质量。⑧组织实施放射卫生防护的宣传教育工作,使人们正确认识放射性的危害,合理地使用放射性核素和放射技术;使人们懂得核设施及射线装置的安全是靠一系列的防护措施实现的;结合战备宣传防核武器知识。⑨制订核事故的医疗急救措施和卫生处理方案。⑩制定干部培训计划并组织实施。⑪组织国内外的防护技术交流。

放射卫生防护的历史 在X线和放射性核素的发现和利用的初期,人们就察觉到电离辐射的过量照射能引起皮肤损伤。有些X线工作者及镭操作工人因射线引起肿瘤和再生障碍性贫血而死亡;有的铀矿工人由于吸入高浓度氡引起肺癌。据报道,伦琴夫妇、玛里娅·居里等科学家的死因也与电离辐射有关,从而引起人们对放射医学和放射卫生防护的更加重视。在1928年第二次国际放射大会上,成立了国际X线和镭防护委员会,即现在的国际放射防护委员会(ICRP)的前身。联合国成立了原子辐射效应科学委员会。许多国家都设立了专门的研究及行政机构,制定各种法规、标准,对放射性核素及射线装置实行登记,对放射卫生工作进行监督管理。

中国在50年代初期就着手培训干部,建立机构,开展放射卫生、放射病、放射性核素在医学上应用的科学研究和管理工作。1957年2月卫生部将放射病列为职业病管理。1958年卫生部成立了放射防护处,并颁发了《放射性工作卫生防护暂行条例》(草案)。1959年在中国医学科学院成立了放射医学研究所。1960年国务院批准颁发了《放射性工作卫生防护暂行规定》,并在卫生部建立了工业卫生局,专管此项工作。各省、市、自治区卫生厅(局)也建立了相应的管理机构和放射(工业)卫生防护所、站(科)。在高等医学院校设立了放射医学和放射卫生专业。1963年以来,中共中央、国务院又多次发出指示,要求迅速建立和健全机构,加强放射卫生防护和环境放射性本底监测工作,成立了卫生部工业卫生实验所,增设了放射性本底监测站,以适应原子能事业的发展和战备的需要。40多年来,放射卫生、放射医学、核医学技术队伍在不断壮大。卫生部设专职机构和部属研究所,省、自治区、市卫生厅(局)设有专业管理和研究机构。在核工业和放射性核素的生产及使用单位也设有专职机构及人员。放射卫生学和放射医学已形成独立学科,放射性核素等核技术在医学上的应用已发展成独立学科——核医学,中华医学会成立了放射医学防护学会及核医学会

中国放射卫生防护管理是由国家统一制定法规、标准,实行分级管理。数十年来,已发布了一系列放射卫生防护规定和标准,在全国建立了"许可登记"制度,推广了适合X线机的一套防护技术,改造了约十万台各种型号的旧有医用X线机;建立了放射工作者营养保健和休假制度;组织了全国环境放射性本底调查和卫生学评价。对国内外核试验放射性落下灰进行监测。在陆地、海产食物的放射水平的调查,慢性放射病、皮肤射线损伤、急性放射病的诊断与治疗,放射病防治药物的研究等方面均取得了一些成果。放射性核素等核技术在医学上的应用已遍及全国。

随着核能的开发和放射性核素等技术的广泛应用,核电站等设施将靠近人口密集区。因此,放射卫生防护的任务更加繁重,保障放射工作者和广大居民的健康安全工作日益重要。

食品卫生管理

食品卫生管理是保证食品质量规范得到切实实现所采取的社会性措施。食品卫生管理在自给自足的自然经济社会中是不存在的,仅于食品进入商品经济社会才会出现。随着商品经济的发展,中国的食品卫生管理工作日益加强和完善。食品卫生管理的目标是保证食品基本属性,特别是无毒无害要求。为了使食品在商品交换中符合卫生要求,食品卫生管理作为一种社会性措施,必然带有某种强制实施性质,因此需要有国家权力机关授权执行。由于食品的污染来源和污染情况日益复杂多样,对食品的安全性要求越来越高,因而食品卫生管理进展的鲜明特征是加强科学性与法制性。

食品卫生管理内容 为了控制食品各种可能的污染,保证食品卫生质量,食品卫生管理包括食品和食品企业两个方面。①食品:对食品本身、食品原料与半成品的卫生质量要求;对食品添加剂的质量要求和使用要求(添

加剂许用种类、许用量和许用的食品)；对食品强化剂、洗涤剂的质量和使用的卫生要求；对食品卫生质量有影响的食品容器，包装材料、食品用具和设备等的材料、质量及结构的卫生要求。②食品企业：从影响食品卫生质量的角度，对食品企业的地段选择、生产流程、房屋配置、生产机具设备、上下水与污物处理、清扫、消毒、杀虫、灭鼠、采光、照明、通风、工人健康状况与个人卫生、企业卫生管理体制以及食品产品卫生质量控制等规定具体的卫生要求。食品卫生管理内容，从预防食源性疾病和确保食品安全性出发，对生产、加工、贮存、销售等各个环节可能发生的生物性污染，如细菌及其毒素、真菌及其毒素、病毒与寄生虫(卵)等，化学性污染，如农药、金属、亚硝基化物、多环芳烃、食品添加剂等和放射性污染等进行监督、检测与管理。

食品卫生管理工作方式 ①道德规范：从道德观上要求人们按食品卫生要求行事。如爱国卫生公约，以卫生为光荣，不卫生为耻辱的社会舆论，强调按共产主义道德，自觉为消费者健康着想，执行各项食品卫生要求等等。国外，有的按宗教教义，有的以上帝博爱为怀，强调搞好食品卫生是人格高尚或积德表现。道德规范强调自觉，亦可运用宣传教育、批评表扬等工作方式，保证食品卫生质量。②行政规范：用行政手段开展食品卫生管理。目前世界各国主要是用这种方式进行食品卫生管理。③法律规范：由国家权力机构立法，制订一系列法规体系，授权卫生行政部门进行管理。它较前两种管理方式更有权威性，明确规定法律关系当事人的义务与权利以及违法和犯罪时应负的法律责任。食品卫生管理上有法可依，违法必究，社会效果显著。按行政规范与法律规范进行食品卫生管理，均必须制订一系列标准、条例、办法、决定等文件，统称为食品卫生技术规范，作为食品卫生管理的客观准则和科学依据，通过技术规范，把食品卫生最新科学成就应用于食品卫生管理，应用于保护消费者健康。

食品卫生管理基本制度 在中国，食品卫生管理的基本制度是食品卫生监督制，即由授权的食品卫生监督机构及依法任命的食品卫生监督员，执行国家食品卫生监督管理工作。对他们工作中的权利、义务和工作方式均有严格规定。

食品卫生管理国际合作 60年代以来，由于食品污染情况复杂化，各国食品卫生标准宽严不一，检测手段水平参差不齐，因而在国际食品贸易上常发生纠纷。在这种背景下世界粮农组织(FAO)与世界卫生组织(WHO)发起，开展了食品卫生管理的国际合作。主要是建立起国际性食品法规联合委员会制定世界性食品卫生标准，向各国政府建议采纳；也开展了有关理论研究和帮助参加国培训人才等工作。尽可能在食品卫生立法、食品卫生标准以及有关理论、方法学等方面取得一致或近似的看法，使国际间食品供求工作得以顺利进行。中国于1984年参加了联合国食品法规委员会。

学校卫生管理

学校卫生管理是指卫生部门根据国家有关决定和卫生条例等对学校卫生状况进行监测与监督，以保障学生和教职员工的健康。

管理机构 中国的学校卫生管理机构主要为卫生部及各省、市、县卫生局。各级卫生防疫站、学校卫生科或卫生科，负责根据学校卫生管理的有关决定、卫生条例、卫生标准、卫生法规等方面进行监测与监督。

立法及标准 有关学校卫生的决定、条例、标准是学校管理的法定依据。建国之初的共同纲领及历次宪法都有这方面的规定。1982年宪法中规定："国家培养青年、少年、儿童在品德、智力、体质等方面全面发展"。国务院、教育部、卫生部等多次下达了有关决定和指示。如1951年政务院《关于改善各级学校学生健康状况的决定》；1978年教育部、国家体委、卫生部《关于加强学校体育、卫生工作的通知》；1979年教育部、卫生部《中小学卫生工作暂行规定(草案)》；1982年教育部、卫生部等10个部委《保护学生视力工作实施办法(试行)》等。卫生部又颁布了《中小学课桌椅卫生标准》、《中小学教室人工照明卫生标准》、《学生用牙刷卫生标准》、《视力表卫生标准》、《铅笔卫生标准》等。

管理方法 按业务性质分为预防性和经常性管理。

预防性管理 ①学校的规划、拨给准备建筑的用地、提供不同年度的典型建筑设计图样、新建学校等建筑用房的验收和旧建筑物改建的卫生咨询等等。②学校课桌椅的制作，儿童书籍、用品等的生产及销售等。上述各方面都必须经卫生部门批准。卫生管理部门有权提出建议，当发现严重违反国家卫生标准和卫生条例时，可通过一定程序下令停建、停产或停售。

经常性管理 ①监督检查学校对有关学校卫生的决定、指示等的执行情况。②进行调查研究，掌握辖区内儿童的患病率、死亡率，及时发现教育条件对儿童少年健康的影响。③监督学校的环境卫生、个人卫生状况。④对学生的学习负担，劳动安排、作息制度进行监督与指导。⑤对儿童的膳食及饮水卫生进行监督和指导。⑥执行传染病管理法。⑦领导校医及有关人员研究并掌握儿童的发育状况，做好体育医务监督。⑧定期培训校医及有关人员，提高他们的业务水平。

卫生防疫统计

卫生防疫统计是卫生服务统计的组成部分。其任务是从现场、人群、环境的角度出发，研究一些疾病的变动规律，评价卫生防疫的工作质量及其效果，为提高卫生防疫工作水平提供科学依据。主要分防疫统计及卫生监测统计两部分。

防疫统计 有疫情统计和预防接种统计，是开展防疫工作的基础。在疫情统计中，除做好传染病发病与死亡人数统计，及时提供发病率与死亡率外，同时进行疫情管理统计与流行病学调查资料的统计分析研究。根据全面、客观、系统地收集、整理、分析疫情及有关流行病学资料，可在传染病流行前预报疫情和发展趋势。在预防接种统计中，要紧密联系接种的计划管理和对生物制品预防效果的现场评价。

(1) 反映疫情管理的统计指标，常用的有传染病漏报率与疫情报告及时率。

$$传染病漏报率=\frac{传染病漏报例数}{传染病实际发生例数}\times 100\%$$

漏报率说明疫情报告的完整程度，常通过抽查和核对住院传染病人的病历，传染病专科门诊病历，内科及儿科急、门诊病历及化验室登记的阳性病例取得，亦可在某种疾病流行时或流行后，对若干家庭、学校、儿童机构进行抽样调查，得出疫情漏报率。

疫情报告的及时性可选用确诊病例数中当日报出率来评价。

(2) 反映疫情处理的及时性，常用收到报告当天、1—2天、3—4天……进行处理的百分比表示。疫情处理的完整性常用疫情调查率及病家消毒率表示。

$$疫情调查率=\frac{已调查病人数}{应调查病人数}\times 100\%$$

$$病家消毒率=\frac{已消毒病家数}{应消毒病家数}\times 100\%$$

(3) 评价传染病防治效果的统计指标，除传染病发病率、患病率、感染率及死亡率的下降外，还可利用带菌率及续发率。

带菌率指某一时点上平均每100人中携带某种传染病病原体的人数。

$$带菌率=\frac{携带某种传染病病原体人数}{检查人数}\times 100\%$$

续发率指家庭发生传染病初例后，接触者因受其传染而引起的发病率，在一个潜伏期时间内称为二代发病率。

$$某病续发率=\frac{家中接触而发病的人数}{家中接触的人数}\times 100\%$$

(4) 预防接种计划管理的统计指标常用疫苗接种率、使用率及预防接种异常反应率表示。

疫苗接种率即应接种对象中已接种疫苗人数所占百分率。

疫苗使用率指分配疫苗量中已经使用的疫苗所占的百分比，即

$$疫苗使用率=\frac{接种疫苗人数\times 接种剂量}{分配疫苗数量}\times 100\%$$

预防接种异常反应率，指预防接种后发生过敏性并发症(包括血清病、过敏性休克、紫癜、血管神经性水肿等)、神经精神系统并发症，以及其他异常反应者占接种总人数的百分率，可按疫苗批号及针次分组进行分析。

(5) 评价预防接种效果的常用指标有：

某种生物制品保护率(或保护效价)

$$=\frac{对照组与接种组发病率之差}{对照组发病率}\times 100\%$$

$$某种生物制品保护比(或保护指数)=\frac{对照组发病率}{接种组发病率}$$

接种后血清抗体阳转率

$$=\frac{接种后血清抗体上升4倍及以上人数}{接种后血清测定人数}\times 100\%$$

卫生监测统计 包括环境卫生、劳动卫生、学校卫生、食品卫生监测统计。

(1) 环境卫生监测统计指标：检出率，指水源或空气检验样品中检出某种有害物或污染物的百分率。

超标率，指水源或空气检验样品中检出某种有害物质浓度超过国家卫生标准者所占的百分率。

超标倍数，指检出某污染物的最高浓度与国家卫生标准的比值。各种污染物超标倍数的均值称环境质量综合指数。

水源中某污染物的可容纳量指标(V_1)及水质污染指标(A)。

$$V_1=\frac{某污染物的卫生标准值-实测均值}{某污染物的卫生标准值-本底均值}\times 100\%$$

$$A=\frac{各种污染物的可容纳量指数}{污染物的种类数}$$

$$某监测站水质评价指数F=\sum_{i=1}^{n}W_1\frac{C_1}{S_1}$$

式中W_1为某种污染物的权数，C_1为某种污染物的实测均值，S_1为某种污染物的卫生标准值，n为参与水质评价的污染物项数。

环境监测数据多呈偏态分布，故常选用几何均数方法与百分位数方法对浓度进行统计分析。

(2) 劳动卫生监测统计指标：车间空气中粉尘及工业毒物浓度超标率，超标倍数及平均浓度(几何均数或中位数)。职业病或职业中毒发病率与患病率。

(3) 学校卫生监测统计指标：学生中常见传染病(结核病、肝炎、菌痢等)的发病率及患病率。常见健康缺陷(龋齿、近视、脊柱侧弯及扁平足等)的发病率及患病率。学生因病缺课率。教室采光及课桌椅等学习条件的监测指标有教室采光符合率及课桌椅符合率。

$$教室采光符合率=\frac{符合采光要求的教室数}{检查的教室总数}\times 100\%$$

课桌椅符合率

$$=\frac{学生身高号与桌椅高差号相符合的人数}{调查学生人数}\times 100\%$$

(4) 食品卫生监测统计指标：食品样品合格率(化学、微生物)、食物中毒发病率、饮食从业人员某种疾病(带菌者)检出率等。

$$食品样品合格率=\frac{合格样品数}{检查样品数}\times100\%$$

$$食物中毒发病率=\frac{食物中毒发病人数}{食用可疑食物人数}\times100\%$$

$$某种疾病带菌者检出率=\frac{检出阳性数}{检查标本数}\times100\%$$

生物制品管理

生物制品管理是指卫生行政部门对生物制品的生产、保存,使用的数量、质量等方面进行监督管理。用微生物、微生物代谢产物、动物毒素、人或动物的血液或组织等经适当方法加工制成,作为预防、治疗、诊断特定传染病或其他有关疾病的制剂,通称生物制品。

根据所采用的材料、制法或用途的不同,生物制品分为:①菌苗:由有关细菌、螺旋体制成。②噬菌体:由特定宿主菌的噬菌体制成。③疫苗:由有关立克次体、病毒制成。④类毒素:由有关细菌产生的毒素经脱毒使之类毒化后制成。⑤混合制剂:指一种剂型中含有两种或两种以上不同类制品制剂。⑥抗血清与抗毒素:指经特定抗原免疫动物后,采血分离血浆或血清制成。⑦其他免疫制剂及诊断用品。

中国最早的生物制品生产机构是1919年建立的中央防疫处(北平天坛),后改为中央防疫实验处,在昆明设分处。1948年又增设上海、兰州、广州分处。1934年伪满在长春建有厚生省厚生研究所,后改为卫生技术厂,在大连有南满铁路株式会社大连厚生研究所。此外,解放前在上海等地尚有十余家私营牛痘苗、疫苗和血清厂,这些生产单位仅生产牛痘苗,霍乱、伤寒菌苗,白喉、破伤风类毒素、抗毒素等,数量少,质量低。

新中国建立后,政府在接管原有机构及征用私营厂的同时,按大行政区布点,重新组建了北京、上海、长春、武汉、兰州、成都等六个生物制品研究所。为了监督检查各所生产的制品质量,制定和统一规格标准,1950年建立了卫生部生物制品检定所,后与卫生部药品检验所合并改名卫生部药品生物制品检定所。卫生部所属各生物制品研究所,既是生产单位,又是本地区免疫学应用研究和计划免疫科学技术指导中心。它的基本任务是贯彻预防为主,坚持质量第一,完成生物制品和血液制品的生产、科学研究和人员培训任务。

医院管理

医院管理

医院管理是按照医院工作的客观规律,运用有关理论和方法,对医院工作进行计划、组织和控制的活动,以提高工作效率和效果,发挥其应有的功能。

医院是治病防病,保障人民健康的场所。医院必须具备一定数量的病床设施、必要的设备、相应的医务人员和规章制度,以达到对住院或门诊病人实施科学的诊疗和护理。

中国医院的基本性质是不以盈利为目的的社会公益性事业,又是相对独立的医疗经营实体,向社会提供医疗保健服务的社会主义卫生事业单位。医院的根本目的是利用有限的卫生资源,最大限度地满足人民群众的医疗要求;向人民群众提供与国民经济发展相适应的优质医疗、保健服务;维护和增进人群健康,保护和提高社会劳动力。目前中国80%的医务人员在各级医院工作,医院工作在医疗工作中,以至整个卫生工作中处于主要地位。搞好医院管理,调动广大医务人员的积极性,可以使医院工作在社会主义现代化建设中发挥积极作用。

医院基本功能 (1)医疗和康复:医院医疗工作以诊疗和护理为主体,医疗和辅助业务密切配合,形成一个医疗整体为病人服务,这是医院工作的中心。医院医疗一般分为门诊医疗、住院医疗、康复医疗和急救医疗。

(2)预防和社会保健服务:医院是人群健康保健服务的中心,医院的功能不仅是单纯治疗病人,还应重视健康教育及预防保健工作。要走出医院大门,扩大预防,指导基层,为社区的预防保健作出应有的贡献。如进行健康检查、疾病普查、保健咨询指导等。

(3)教育和培训:医院必须对全体工作人员进行培养和教育,包括毕业后医学教育和在岗培训、继续教育,使医技人员不断更新知识,不断提高业务技术水平,提高医疗质量。教学医院还要承担培养医学生的临床教学任务,上级医院要承担对下级医院培训人才的任务。

(4) 科学研究:医院开展临床医学研究、临床流行病学研究及管理软科学的研究,是提高医疗质量、业务技术水平和工作效率的需要,是发展医学科学,提高医院管理水平的重要保证。

医院发展趋势 为了适应现代医学科学发展,为病人提供较高水平、较高服务质量,医院必须向现代化的方向发展,主要内容包括以下四个方面:

(1) 具有高度精神文明建设和医学职业道德:医务人员应树立全心全意为人民服务的思想,发扬救死扶伤的人道主义精神,认真负责,一丝不苟,创造优美舒适的医院环境和良好的服务态度,密切医患关系,给病人带来更多的安全感、可信感和方便感。

(2) 现代的医学技术水平和先进的医疗思想:现代医学科学发展的必然趋势是医学专业化和综合化。即专业化分科和多学科协作同时发展,为病人提供较高水平、较高质量的医学服务。医疗服务向中心化发展,建立对急、危重、大手术后的病人进行集中治疗和抢救的监护中心。医院应重视临床工作密切地与实验室基础研究相结合,新学科、新技术对临床医学渗透,不断提高医疗、保健工作水平。医院工作注意贯彻"预防为主"的思想,加强院内预防工作和卫生学管理,包括防止院内感染和环境卫生管理。积极开展社会预防保健工作。

(3) 现代的技术装备、建筑条件:医院应配备精密、细微和高效的技术装备,以适应医学科技的发展。加强设备维护,提高技术装备的利用率,讲求技术装备的成本经济效果及人民群众的经济承受能力。现代医院建筑要适应医、教、研工作及现代技术设备使用的需要,适应卫生管理的需要和为病人提供较高质量生活服务,适应病人心理因素、社会因素的需要。

(4) 现代的管理水平:树立现代化科学管理思想,掌握现代化管理方法,使医院管理达到科学化、系统化、信息化。①科学化管理:首先要实行标准化管理,建立合理的组织机构,人员编制比例要恰当,人员精干、称职,重视在职培训,不断提高人员素质。高度重视人的积极性、创造性的发挥。②系统化管理:是把医院作为一个完整的管理体系,以提高医院的整体综合性能,为目标进行管理。③信息化管理:医院应建立信息系统,准确、及时地收集、分析、处理各种有效信息,对医院各项工作进行有效管理。加强经济管理工作,讲究成本核算和经济效果,以尽可能少的投入(投资)取得较大的医疗效果。

医院管理职能 (1) 计划:在调查研究和科学预测的基础上,确定医院的目标及各职能部门的目标,提出实现目标的方法步骤。

(2) 组织:设置合理的医院体制机构,选配合适的人员,规定职务、权限和责任,制定工作制度和规范,建立有效的领导指挥系统,使医院工作有机、协调地运转、发展。

(3) 控制与协调:建立医院管理的信息系统,反馈、调节、协调、评价计划执行情况,使工作达到预期的目标。

(4) 培训与教育:不断提高工作人员业务水平,充分发挥人的积极性和创造性,更好地完成各项医疗保健任务。

(5) 发展与提高:通过科学的管理,促进各项医疗保健工作得到不断发展与提高,向管理要效率,使医院工作系统以最小的投入得到最大的产出。

医院管理体系 (1) 组织人员的管理:包括医院领导体制、机构、人员的编配,职权的划分,人员素质的提高。

(2) 医疗管理:包括门诊管理、住院诊疗管理、护理管理、诊疗技术部门的管理、预防保健的管理等。通过科学的组织、计划与控制,使医疗过程各方面合理结合,工作协调,以提高工作效率,并提高医疗质量和技术经济效果。

(3) 技术管理:包括医疗技术标准化、新技术开发和技术建设、科学研究、技术训练和技术考核、医院卫生学管理等。通过对医疗工作中各项技术活动进行管理,不断提高技术水平和医疗质量。

(4) 质量管理:包括对医院各项工作质量和医疗质量进行计划、组织、控制及评价。按照医疗质量形成的规律,应用各种科学方法,以保证和提高医疗质量的管理。

(5) 信息管理:包括医院统计、病案管理、资料管理。建立医院管理的信息系统,研究医院信息的特点、信息处理的方法,做好情报资料工作的管理。

(6) 设备管理:医院设备包括医疗设备、建筑设备和后勤设备。设备管理是为医疗保健工作提供优良的技术装备,并做到合理的使用设备,建立健全规章制度,提高成本-经济效益,保证仪器设备的正常运转。

(7) 物资管理:包括对药品、器材、物品、燃料等物资的采购、储备、使用等进行一系列组织管理。

(8) 经济和财务管理:按照客观经济规律的要求,对医院的各项工作加强经济核算和成本核算,管好、用好资金,合理地组织收入和支出,恰当地使用人力、物力、财力,降低医疗成本,避免浪费,力求以较少的劳动消耗,取得较大的医疗效果,保证医疗业务的开展及发展的需要。

医院体系的管理 医院体系是指以诊治疾病为主要功能,由不同层次的医疗机构所组成的整体。如:医院、门诊部、妇幼保健院、结核病防治院、康复中心、疗养院、急救中心、急救站等均为不同层次的医疗机构。医院体系的管理是指对一个地区(区域)范围内的医院及其他医疗机构,从整体上所实施的管理。

中国城、乡医院体系是由三级分工医疗机构组成的城乡医疗、预防网组成。实行以医院为中心,扩大预防,防治结合,防保结合,向人民群众提供不同层次的卫生服务。城市为市、区、街道三级医疗机构,农村为县、乡、村三级医疗机构,自上而下建立逐级指导关系,自下而上逐级接受会诊、转诊医疗服务。

卫生部在总结三级医疗网和"文明医院"建设经验的

基础上，组织制订了医院分级管理标准，并已逐步实现对医院体系的分级管理和评审工作。医院的分级管理就是按照医院的功能和相应的规模、技术建设、管理及服务质量等综合水平，将其划分为一定级别（一级、二级和三级）和等次（甲、乙、丙和特等）的标准化管理。通过医院分级的标准化管理，把原有的城、乡三级医疗预防网一体化，根据区域性卫生规划的要求，统筹规划医院及各级医疗机构，合理地利用有限的卫生资源，向地区居民提供全面的卫生服务。这样可促进医院体系整体功能的合理运转和以医疗质量为中心的医院综合水平的提高。

门诊管理

门诊是医疗保健服务的首要环节，是早期发现、及时治疗病人的重要场所，门诊管理的主要任务是负责本地区居民的医疗保健工作，贯彻三级预防措施，做到早期发现病人，及时诊断、及时治疗。

门诊机构的组织 基层门诊机构可以是独立的机构，如门诊部、诊疗所或医务室等，一般以门诊工作为主，不设病床或只有少量观察病床。中国各级医院一般都附设门诊部，由临床科室与医技科室（挂号室、注射室、治疗室、手术室等）组成，由门诊部主任负责组织、督促各科室工作。各科室设门诊组长1名，护士长1名，在门诊部主任、护理部主任和科主任的领导下，具体负责本科室门诊医疗服务。

门诊机构的布局 门诊入口处应设置门诊平面示意图，用指路牌标明各科室位置，以方便病人就医。为防止交叉感染，传染科室应分区设置。候诊室面积根据集中候诊最多的人次，或按全日门诊人次数的30%设计，较大的门诊部设有候诊大厅。各诊疗科室有各自的候诊室，室内有足够的候诊椅，有良好的卫生宣教设施，保持清洁和安静的环境。诊察室布置应简单、安静，分隔为小间，避免相互干扰。必要时设立隔离诊察室、特殊检查室，配备必要的医疗设备。

门诊质量管理 （1）合理组织门诊挂号工作：挂号处可设问询服务，指导病员就诊，代办检查结果查问及函告手续。设预检处，初步了解门诊病人病情，以指导病人正确选择挂号科目；及时发现传染病患者，实行分诊服务。为了缩短门诊候诊时间，可提倡预约挂号及护理人员进行预诊工作，如测体温、数脉搏、量血压、开常规化验单等。

（2）门诊病案管理：门诊病史应记录完整，科学管理，集中保存，做好传染病和急性职业性疾病报告及疾病登记工作。初诊挂号和门诊新病例登记可结合起来，根据回收病史中医生诊断进行新病例登记上报。急性病首次来门诊部就诊时为初诊，列为新病例，下次续诊时为复诊。同一病人患另一种疾病就诊时，应重新作为另一初诊病例。慢性病患者，无论何时发病，只要在本年度第一次来门诊就诊均为初诊，以后在该年度内来门诊部治疗该慢性病时，不论多少次均以复诊计算。门诊病案应保存10年或15年，条件许可时建立电子计算机病案贮存管理系统，提高病案保存、检索和统计分析效率。

（3）门诊量的控制：在保证医疗质量的前提下合理计算门诊工作量，适当配备医、护、技、工及管理人员的数量。每名门诊医生以平均每小时诊疗4—5人计，每名门诊病人诊疗时间初诊为15 min，复诊为7 min，等候时间为30 min，全程时间小于1 h。门诊量一般以门诊人次数与病床之比来计算，按卫生部规定为3∶1，每增减门诊100人次，要增减工作人员5—7人。各临床科室门诊工作量的构成应按就诊病人的疾病构成比例配置。综合性医院门诊人次的科别构成大体为内科及外科占45%左右，妇产科、小儿科各占8%—10%，眼、耳鼻喉、口腔、皮肤科各占5%—7%，中医及其他各占7%。门诊量要相对稳定，以保证医疗质量。合理控制门诊量的措施有：实行划区分级分工医疗制度，就近就医，充分发挥基层医疗卫生机构的作用；合理调整医院内医疗力量，确立岗位责任制，完善有关的规章制度，调动门诊工作人员的积极性，充分发挥医疗潜力。

（4）设置专科门诊，提高服务质量：把普通分科门诊同分专业、分病种或按特殊诊治手段设置的专科门诊结合起来，以解决疑难疾病的医疗。为适应疾病模式转变的需求，应大力开展慢性病及老年病防治工作，加强康复医疗，设立心理咨询门诊。

坚持预防为主，搞好门诊的卫生管理。门诊病人量多而又集中，在门诊各个环节中，应以各种形式广泛开展健康教育，使病人了解自我保健知识，自觉改变不良卫生习惯，做好一级预防保健工作，并保持公共场所的清洁卫生，对空气、地面、墙壁及各种医疗用具进行定期消毒，做好门诊部的卫生防疫工作，防止病菌播散及传染病的交叉感染。

急救医疗

急救医疗是指对急起的疾患或疾患突然恶化的患者，立即组织人力、物力，按急救程序进行抢救，给予及时诊治与处置。随着现代医学科学的发展，急救医学已成为一门独立的综合性学科。一个国家、一个地区能否及时、高效地抢救各种急危重症病人，反映着这个国家和这个地区的医学科学管理水平和医疗技术水平。

急救医疗管理是对急救医疗活动全过程进行组织、计划、协调和控制，以达到最佳急救医疗效率和效果，包括入院前急救管理、医院急诊室管理和急救病人的康复管理。

入院前急救管理 包括：①建立急救医疗中心，领导和指挥现场急救医疗工作。以各级医院急诊科（室）和急救站为主，联合基层卫生机构、群众性卫生组织，组成一

个健全有效的急救网络。急救半径一般为3—5公里，急救车应在接到呼叫后5—10 min内到达。②装备现代急救通讯设施，形成急救情报系统。急救医疗中心应设专用电话线，全国统一启用呼救电话号码，使急救医疗中心成为高效率的通讯指挥中心。救护车内应安装步话机，可随时和医院各急诊科(室)联系，以利医院及时做好抢救准备。③对居民进行一般急救常识的宣传和教育，以便在急救车尚未到达之前，进行必要和及时的自救和互救工作。④备有数量足够、检修完备的急救车。车内应备有必要的抢救药品和器材，并按标准化程序安放，随车配备2名经过培训、具有现场急救经验的急救医疗技术员——急救员(或急救医士)，及时进行急救工作。

医院急诊科(室) 这是医院内急救医疗的场所。对危重病人迅速准确地进行诊断和治疗，实行24 h应诊。加强医院急诊科(室)建设和管理必须从急诊室的工作特点出发，做到急诊科(室)布局合理化、工作规范化、业务标准化，能迅速准确，有条不紊地抢救病人。"快"是抢救的关键，必须分秒必争，提高抢救质量。要组织急救指挥系统，由主管院长负责，各职能科室主任或技术骨干和急诊科(室)主任组成医院抢救领导小组，组织重大抢救工作。日常的急救工作实行科主任负责制，主要临床科室有一名科主任分工负责急诊工作。选择有经验的医师担任急诊科(室)正副主任，领导急诊科(室)工作，根据病情需要有权调度临床各级人员投入抢救工作。

急诊科(室)应独立自成一区，占地宽敞，建筑设计应便于对病人的急救服务。一般设有接诊室、抢救室、治疗室、手术室、监护室、观察室等。其他科室如药房、化验、X线室等可设值班人员配合工作，也可以独立设置自成单元，但辅助科室应设在急诊室附近。急诊科(室)通常有两种类型：综合急诊室(以内科、外科为主的联合急诊)及分科急诊室(设有内、外、妇、五官等分科急诊)。

急救医疗质量管理 急诊科(室)应对急救工作制定系统的急救医疗方案，包括领导指挥，抢救步骤，常规措施，操作规程，人员组织分工，专用设施、仪器、药品的安放位置，工作时间测定等。平时多加训练，熟练掌握抢救理论和技能。急诊室应将最有效的、必需的急救药品、器械和设备配备齐全，随时补充，保证完备、有效、实用。

急救的中心问题 急救的中心问题是心肺复苏，加强重症监护室的管理有特别意义。监护室收容内科、外科及其他急救病人中患有呼吸、循环、代谢和严重急性内脏功能衰竭的病人，进行集中治疗和护理。需要有专门的医生，装备特定的医疗器械，通过加强监护，调整控制生命指标的稳定，及时处理各种危象，使病人转危为安。暂时不能明确诊断或暂时住院困难又不宜移动的危重病人，可以留在急诊室的简易观察病床进行短期留察。留察病人均需建立简易病历，观察记录和医嘱，密切观察病情变化，进行必要的治疗和护理工作。

急救医疗的质量要求和考核指标 为分诊准确率90%—95%以上；抢救成功率80%—85%以上；病历和病情记录完整；留察病人的诊断符合率90%以上；减少差错，消灭责任事故，坚持检查制度，执行信息反馈，包括服务态度、工作秩序、相互协调、抢救及时、组织抢救措施得力有效、各项医护指标、病人及家属意见等。对急诊科(室)医生各年考核成绩应作为晋级提升必备条件。

急诊科(室)人员配备 为保证急救医疗质量，急诊科(室)人员应相对稳定，要根据急救工作量、各类人员素质、抢救设备条件等配备一定数量的工作人员。医务人员要求有三年以上临床经验，医德和服务态度好，熟知抢救业务，技术水平较高，具有应急本领者。应配备一定数量的卫生员，从事清洁卫生和留察病人的生活服务。加强急救人员的毕业后教育和职业培训，以提高急救人员的医务水平。

急救病人的康复管理 急救病人经急救治疗，病情趋向稳定，应及时转入病房进一步治疗和康复。可建立急诊医院以便系统地观察、治疗急救病人；也可以转入康复病房或家庭病床进行以护理疗养为主的康复治疗。

医疗质量管理

医疗质量是指医院全部工作所取得医疗服务的效果。它包括诊断的正确性与及时性；治疗的有效性；疗程的长短；医源性损害和疾病的防治；医疗工作的效果，社会与经济效益等。医疗质量管理就是按照医疗工作的客观规律，应用科学方法，有效地提高医疗服务质量及减少医疗资源消耗，以满足人群对医疗服务需求。

医疗质量管理要求医院行政领导及医、护、公等各种人员树立全面为病员服务、质量第一、预防为主观点，严格按规章制度办事。

医疗质量管理内容 ①开展医疗质量教育，建立医疗质量责任制，充分调动人的积极因素。②建立医疗质量标准体系，实现质量标准化管理。③建立医疗质量信息系统，准确、及时、完整地收集、反馈各项质量情报资料。④明确医疗质量目标，实现质量计划循环管理，即计划—执行—检查—总结循环法。⑤完善医疗质量管理制度，应用数理统计方法加强质量管理和检查，把质量管理与奖惩制度结合起来，提高管理效果。

医疗质量控制 这是指运用科学手段消除医疗服务中的质量变异因素，使达到设计标准。医疗质量控制的对象是医务人员。质量控制方法有：①质控数量统计。以概率论和数量统计为理论基础，利用测量数据，以质控图、因素分析法及程序控制法等控制医疗服务过程中的质量。②制订医疗质量标准，统一业务技术方法。③开展计划诊疗。④医学检验的质量控制。通过试剂标化，仪器校正，检验方法统一，检验人员培训及实验室管理等控制医学检验质量。⑤实行病种质量目标管理。⑥进行医疗缺陷控制。

医疗质量评价 包括：①医疗机构的评价。指对医疗机构的设置、固定资产、管理程序等评价，技术人员的资格审查，有使用具有高度责任感和精良技术的合格医务人才、并具有先进的设备和健全的管理体制，才能保证提供良好的服务。②医疗服务过程的评价，指对医技人员的工作进行评价，衡量其对病人的治疗效果与符合标准要求的程度。可以进行自我评价，也可以组织客观评价，如：同行评议，医学审计，对患者医疗记录的回顾性检查等。③医疗结果评价。从社会和专业角度对患者恢复健康及达到自我满意的程度进行评价。如：减少医源性、药源性疾病、伤残、死亡、心理障碍和不满等。中国目前尚无统一的、比较科学的医疗质量指标的标准值，但可以通过相应的统计指标进行比较分析。常用的医疗质量统计指标有诊断符合率、治愈率、抢救成功率、病死率、差错事故发生率、平均住院日及医疗成本与经济效果或社会效益等分析。

医用器械管理

医用器械是开展医疗诊断工作的物质基础和技术条件，是卫生事业现代化程度的重要标志，对提高医疗质量起重要保证作用。要根据各级医疗机构的任务、技术水平和人员配套，购置适宜的医用器械，防止追求大、洋、全的偏向。

医用器械设备 分为三类：①诊断设备类：包括X线诊断、超声波诊断、内窥镜检查、实验室及病理诊断等专用设备。②治疗设备类：这类设备包括病室护理、手术治疗、放射治疗、核素治疗、理疗、激光治疗等专用设备。③辅助设备类：包括高温高压消毒、空调、制冷、供氧、电子计算机等。

医疗设备发展趋势 ①用最新的科技手段来获得人体的原始信息和图象信息，如：电子计算机X线体层扫描摄影机、电子计算机处理超声断层扫描装置、放射性核素电子计算机断层扫描仪、核磁共振仪、正电子发射X线断层摄象仪、热图仪、全息摄影、脑磁图仪等。②研制无创伤性或尽量减少创伤的诊断和治疗设备，如快中子和π负介子放射治疗仪。③医疗设备的电子计算机化使诊断治疗向自动、快速、正确的方向发展。④人工脏器、生物医学材料的研制。⑤生物医学工程学的产生与发展。

医用器械设备管理 医院设备管理的目的是为医疗、科研及教学工作提供最恰当的技术装备，建立健全规章制度，做到合理使用，提高成本—经济效益，保证仪器设备的正常运转。医用器械管理包括计划管理、技术管理及经济管理。这是一门关于仪器设备的技术、管理、财务、经济方面的综合学科，它运用系统的观点方法来研究设备管理，具体内容包括：①建立组织机构：各卫生部门及单位，应设独立的仪器设备管理机构，有一位主要领导分管仪器设备管理工作。为加强仪器设备的宏观管理可成立由领导、专家和管理人员组成的管理委员会或管理小组，对本单位有关仪器设备的问题进行决策和协调。②人员配备：仪器设备管理人员由具有一定的专业知识，热爱本职工作的管理、卫生、经济、工程等技术人员组成。③购置：在做好充分预测的前提下，订出切实可行的发展规划和年度计划，并制定出有关配套设施的计划。医用器械装备的原则是需要、可能、实用。需求评价可以依据某设备的服务人口或每人年定量服务目标以及地区卫生服务调查资料，从社会需求评价作出地区配备标准，再结合本单位规模、任务、条件和发展方向作出需求预测，并按照本单位经济实力、资金来源分轻重缓急统筹规划。所购置的仪器设备应对提高医疗服务的社会效益、为科研教学服务及提高经济效益有一定的实用价值，购置医用器械装备规划必须落实购置该设备及配套设施的资金，培训使用及维修的技术力量，安装仪器设备所需的房屋及配套设施。对进口的贵重仪器设备在购置前应掌握仪器情报资料信息，做好仪器设备的选型工作。使主机与标准附件完整配套，并进行成本经济核算及成本—效益的分析论证。④使用：引进仪器设备应在3个月索赔期内完成或基本完成安装，在1年保修期内完成各项功能和用途的临床应用。评价设备使用情况的指标有：年时间利用率、年开机使用率、实际有效度、年亏值回收率、原价值回收率等，贵重精密仪器应建立档案资料，专人管理，制定操作规程，并有详细使用记录。⑤维修：建立相应的维修制度。实行三级保养制度，保证一定的维修费用，配备一定数量素质好、责任性强的维修人员。

医 学 教 育

医学教育

医学知识是人类同疾病作斗争的经验总结。医学教育(medical\education)是根据一定社会的要求,有目的、有计划、有组织地传授知识、技能,培养学生思想品德,发展学生智力和体力,使其成为合格医药卫生人才的社会活动。医学教育的发展以医学科学的发展为基础,而医学教育的发展,又反过来促进医学科学的发展,两者是密不可分的。

中国医学教育具有悠久的历史。在古代,家传师授是医学教育的主要形式。南北朝时(443年)设医学博士以授医学。公元6世纪末,隋设太医署,这是中国医史上最早的医学校。随着西方医学的传入,1866年在中国开始建立西医学校——博济医学校。在漫长的时期里,由于历史条件的限制,旧中国的医学教育发展十分缓慢。据1949年统计,全国共有公私立医学院校38所,药科校系12处,牙科校系6处,在校学生约14 000余人;中等卫生学校238所,在校学生15 000余人。1928—1947年的20年间,仅有高等医学院校毕业生9 000人,在清末民初到解放前夕40年中仅培养出20 000名正式医生、300名牙医生、2 000名药剂师、13 000多名护士和10 000多名助产士。由于中医受到轻视、歧视,中医教育的发展就更加缓慢了。

但早在革命根据地和解放区,于1930年就开办了医学教育事业。1931年11月,中央工农民主政府在江西瑞金成立了中国工农红军卫生学校。在这之后,许多革命根据地和解放区相继建立了医药卫生学校,培养了大批卫生技术人员,积累了丰富的办学经验,这些经验对全国解放以后医学教育的发展有一定的参考价值。

新中国成立后,中国的医学教育事业迅速发展。中国的教育方针是教育必须为社会主义建设服务,培养有理想、有道德、有文化、热爱社会主义祖国和社会主义事业,具有为国家富强和人民富裕而艰苦奋斗的献身精神,能适应现代科学文化发展和新技术革命要求的医务工作者。中国医学教育事业就是在上述教育方针指导下,以解放前的办学经验为参考,以外国有用的经验为借鉴,改革旧的教育制度、教育内容和教学方法,逐步形成了一套具有中国自己特点的医学教育制度,有计划按比例地发展高、中、初等医学教育和进修教育。

据1988年统计,中国共有高等医药院校133所,其中独立的高等医药院校123所(包括高等中医院校28所、高等医学专科学校21所),设在综合大学的医学院、系10所,设置的专业共9大类47种,其中基础医学类1种,预防医学类4种,临床医学类11种,口腔医学类2种,中医学类8种,法医学类2种,药学类11种,管理类2种,应用文理工科类6种,加上10种试办专业,共设专业57种,年招生48 135人,在校学生逾19万人。此外,全国共有中等卫生学校537所,设专业21种,1988年招生108 700人,在校学生近30万人。

1949—1986年,高等医药院校共毕业585 628人,中等卫生学校共毕业1 245 202人。由于高中等医学教育事业的迅速发展,卫生人力供求状况得到了很大的改善。据1988年统计,全国卫生技术人员总数已达3 723 756人,其中中西医师(士)1 618 174人,药师(士)162 130人,护师(士)829 261人,全国平均每千人有中西医师(士)1.49人。此外,1988年全国还有乡村医生731 653人,农村卫生员515 392人,接生员466 974人。

经过40年的努力,中国的医学教育已经为实现中国卫生事业的现代化打下了良好基础。

近年来,世界卫生组织强调要实现"2000年人人享有卫生保健"。必须发动全社会各部门参加,尤其是医学教育部门参加。因此,1988年由世界卫生组织、联合国儿童基金会和科教文组织联合在爱丁堡召开世界医学教育会议,会上论证了三个关键问题:①为什么要改革医学教育?②应该改革什么?③如何进行改革?并发表了爱丁堡宣言,这是全世界医学教育改革的目标和努力方向(附爱丁堡宣言)。

爱丁堡宣言

医学教育的目的是培养促进全体人民健康的医生。尽管在本世纪中生物医学科学已经获得了巨大的进展,但是这个目的在许多地方并没有得到实现。病人理应指

望把医生培养成为一个专心的倾听者、仔细的察观者、敏锐的交谈者和有效的临床医师，而不再满足于仅仅治疗某些疾病。每天都有无数的人罹患和死于各种可以预防、可以治疗、或者自己招致的疾病，而且，许许多多的人不能随时享受任何形式的卫生保健。

这些缺陷已经发现很久了。但是，试图把更大的社会责任加给医学院所作的种种努力，并没有获得明显的成功。这些现实在医学教育中引起了对有关卫生保健工作的公平性、提供卫生服务的人道性，以及社会所承担的总费用等问题的日益关切。

这种关切由于在各国和在世界各大区域中展开讨论而变得愈来愈强烈。在世界上大多数国家中从事各种层次的医学教育工作和卫生服务的许许多多的人都参与了这些讨论。在来自世界六个地区的、论述基本问题的报告中，这种关切成了鲜明的焦点，它同时也反映了愈来愈多的从事教学和临床工作的医生、其它卫生专业人员、医学生、以及普通公众的坚定信念。

科学研究工作继续不断给人们带来丰富的报偿。但是，人并不单单只需要科学，医学教育家们必须承认和肯定全人类和人体整体对健康的需要。

许多改进是可以通过医学院自己内部的行动而得以实现的。这包括：

(1) 扩大实施教育计划的场所的范围，使之包括社区的所有卫生资源而不仅仅是医院。

(2) 保证课程计划的内容反映国家卫生工作的重点以及可供利用的资源。

(3) 把现在广为应用的被动的学习方法改变为更为主动的学习，包括自我指导和独立学习以及导师辅导等方法，以保证终身连续学习。

(4) 制定课程计划和考试制度，以保证达到专业才能和社会准则的要求，而不仅仅是对知识的死记硬背。

(5) 培训教师使他们成为教育家而不仅仅是学科内容上的专家，并对在教育上取得的优异成绩给以奖励，如同对在生物医学科学研究上或在临床工作上取得的优异成绩给以奖励一样。

(6) 把进一步强调促进健康和预防疾病充实到有关如何处理病人的教学工作中去。

(7) 在临床上和社区场所中也采用解决问题式的方法，作为学习的基础，以便把科学理论教育和实践教育结合起来。

(8) 采用不仅注意智能和学业成绩，而且包括对个人素质的评价的方法，来选择医学生。

其他的改进需要有更多方面的参与，以便：

(9) 鼓励和促进卫生部、教育部、社区卫生服务部门和其他有关团体之间的合作，共同制定政策和计划，并共同加以实施和检查。

(10) 保证实行使培训学生的人数与国家对医生的需求量相一致的招生政策。

(11) 增加同其他卫生人员和与卫生有关的专业人员共同学习、共同研究和共同服务的机会，作为协作共事训练的一部分。

(12) 在继续医学教育工作上，明确职责和资源分配。

改革医学教育，不仅要求口头上的赞同，而且要求广泛承担行动义务，要求强有力的领导和政治上的意愿。在某些情况下，还不可避免地要求财力支持。然而，通过重新确定工作重点和重新分配现有资源，许多成就是可以取得的。

我们仅以本宣言保证我们自己，并同时号召其他人士和我们一起，投身到有组织的和持续的活动中来，以便改变医学教育的状况，使之真正适应所在社会的特定需要。我们还决心建立组织机构以便把这些庄严的诺言转变为有效的行动。舞台已经布置就绪，开演时间取决于我们。

世界医学教育会议

世界医学教育联合会召开

世界卫生组织、联合国儿童基金会、联合国开发计划署、爱丁堡市、洛申地区议会、苏格兰发展署主办

1988年8月12日

高等医学教育

高等医学教育(higher medical education)是一类以高等医学院校为基础，以培养各类高级医药卫生人才为目标的教育领域。在国外，高等医学教育一般是指医师教育，而中国的高等医学教育则是一个同时承担高级医、药、卫生、护理和其他高级卫生技术人员培训任务的综合性教育体系。高等医学院校除承担教育任务外，还承担科学研究和医疗、预防任务。

不论在中国，还是在国外，高等医学教育一般可分为两级，即大学时期的医学教育和大学毕业后医学教育。大学时期医学教育的对象是完成中等教育的学生，这是基础水平的医学教育，大学毕业后医学教育的对象是已完成大学教育的医科或相关学科的毕业生，包括住院医师培训和医学研究生教育，有些国家将实习医生训练也列入大学毕业后教育，称为第一年住院医生训练期。

在中国，大学时期的医学教育由两类教育机构承担：一类是以承担专科教育为目标的医学专科学校；另一类是以承担本科教育为目标的医学院校。在国外，培养高级医学卫生人员多由大学承担，各类辅助卫生人员则在各种专科学校中进行，如美国的社区大学、英国的多科技术学院、澳大利亚的高等教育学院、日本的短期大学等。前者属于高等专业教育，后者属于高等职业技术教育。

在国外，高等医学院校多数设于综合性大学中，但也有独立于大学的专科学院；还有少数国家，如英国、缅甸等，则有以大型医院为基础的医院医学院。苏联、东欧各

国及一些发展中国家，为便于对医疗、教育、科学研究实行统一管理，实行医学院校受教育部和卫生部共同领导、而以卫生部为主的管理体制。西欧及北美等国的高等医学院校则隶属于教育部，内部管理实行自治的体制。中国的高等医学教育实行中央和地方分级管理的体制，有关教育方针、政策和计划均由国家教育委员会负责，医学教育的规划、计划协调、专业设置和教育质量控制则由国家教委和卫生部共同负责。有关各专业的教学计划、教学大纲和教材，除可使用部定参考性方案和统编教材外，各医学院校具有自主权。同其他高等学校一样，在国家统一领导和计划下，除少数重点和部属医学院校直接受卫生部领导外，多数医学院校由各省、自治区、市人民政府指定有关委厅局管理，医学院校内部的行政管理实行党委领导下的校(院)长负责制。

医学教育的专业与学制 高等医学教育的专业设置视本国卫生事业的发展需要而定。建国初期，国家在高等医学院校只设3个系，即医学、牙科和药学。1952年开始院系调整，1955年院系调整结束，全国医药本科专业设有医学、卫生、儿科、口腔医学、药学5种。1956年开始增设中医专业。至1963年，经国务院批准的医药本科专业，除上述6种外，又增加了中药、药物化学、护理、医学检验共10种。1978年后，高等医学院校的专业设置进一步分化，据1986年3月统计，医药本科专业已达47种，布点328个。自1986年开始，国家教委经过调查研究和科学论证，对医药本科专业的设置进行了调整，据1987年8月国家教委公布的《全国普通高等医药本科专业目录》，高等医药院校本科专业共分9类计47种，加上10个试办专业，共计57种。

中国高等医药院校专科的学制为三年制，本科专业除中药学、药化、药物分析、化学制药、生物制药、微生物制药、药物制剂、中药、中药制药、中药鉴定、医药企业管理、中药资源为四年制外，其他专业均为五年制，毕业时授予学士学位。另外，在部分医学院校医学专业试行七年制，毕业时授予硕士学位。

在国外，高等医学院校的专业设置有两种类型：苏联和东欧各国在大学时期即实行专科化教育，通常分为医疗、儿科、卫生、口腔和药学等专业。苏联自70年代以来，医学和儿科医学进一步专科化，分成内科、外科、妇产科、儿内科和儿外科。欧洲及北美则在大学毕业后再进行专科培训，大学时期的医学教育通常只分医学、药学、牙科学和护理学，通常为四至八年学制。

医学教育的培养目标 各专业的培养目标根据本国教育方针和社会发展需要而定，总的说来，作为基础水平的医学教育，其目标是培养毕业生具有一个合格医务卫生人员所必需的态度、知识和技能，为毕业后服务或进一步接受专科训练作好准备。

中国高等医药院校的培养目标是按照中国的教育、卫生工作方针，培养德智体全面发展的高级医药卫生人才。在专业教育方面，重点是加强基础理论、专业知识和基本技能的训练。除专业教育外，还有政治教育、劳动教育、体育教育和职业道德教育。政治理论课的主要内容是学习马克思主义和毛泽东思想；学生在校学习期间，结合专业特点，用部分时间参加生产劳动和医护劳动，进行军事训练，以加强组织纪律性，增加对劳动人民的感情，树立全心全意为人民服务的思想。通过体育锻炼，增强学生体质。

医学教育计划 教育计划是根据本专业的培养目标，在确定毕业生必须具备的基本要求以后，根据教学原则，对教育过程所作的有计划安排。教育一般按阶段来安排。以五年制医学专业为例：第一阶段为基础课(包括普通基础课和医学基础课)，第二阶段为临床课，这两个阶段各为2年左右，第三阶段为最后学年的毕业实习。在整个教育过程中，为了贯彻德、智、体全面发展的方针和培养目标的要求，政治教育、劳动教育和体育锻炼均按有关规定和比例安排。

医学课程 从国际范围来看，高等医学院校的课程结构有三种基本模式，即①按学科定向的课程：这是传统医学教育制度的课程模式，各门课程均按学科分设，如基础医学中的解剖学、生理学、生物化学等，临床科学中的内科学、外科学、妇产科学等。②综合性课程：这是本世纪50年代以后首先在美国发展起来的一种课程形式，目前已不同程度地为美国、加拿大、澳大利亚、欧洲诸国和亚洲某些国家的医学院校所试用。中国在1960年和1972年两次教学改革中也进行过试验。这是一种以跨学科综合教学为基础来组织的课程，按照器官系统在各基础学科或临床学科之间实行横向综合，或者在基础课和专业课之间按照问题实行纵向综合。③以能力为基础的课程：这种课程是根据特定条件下医疗卫生实践所必需具备的能力来组织的，通常是以问题定向，学生的学习过程和学习方法，均要结合当地条件，适应当地需要来组织，通过解决问题的过程来进行学习和训练，以使学生毕业后能适应卫生工作的实际需要。近几十年来，随着边缘学科和新兴学科的发展，医学院校在进行教育改革中常采用混合型课程结构，在保持传统的、以学科为基础的课程结构的同时，增加反映医学新进展或卫生服务新需要的综合性课程。

各专业教学计划 1978年前均由中央卫生部统一制定和颁布。1982年以后，随着管理体制的改革，各院校在制定和执行教学计划上有较大的自主权和灵活性。各专业的课程均以学科为基础开设，包括普通基础课、专业基础课和专业课。各专业共同的必修课主要有政治、体育、外语、数学、物理、化学和生物学。专业基础课视各专业的需要而有所不同。医学、儿科、口腔医学和卫生专业的专业基础课基本相同，主要有解剖学、组织胚胎学、生理学、生物化学、微生物学、寄生虫学、病理学和药理学。医学类的专业课根据各专业的培养目标而定，除共同开

设的中医学、内科学、外科学、妇产科学、儿科学、皮肤病学、眼科学、耳鼻咽喉科学、精神病学、神经病学、核医学、卫生学、社会医学和卫生管理学等课程外，儿科专业尚有儿童保健、小儿内科、小儿外科、小儿传染病等专业课；口腔医学专业尚有口腔解剖生理学、口腔组织学和病理学、口腔内科学、口腔颌面外科学、口腔矫形学等专业课；预防医学专业尚有卫生统计学、环境卫生学、劳动卫生学与职业病学、流行病学、营养卫生和食品卫生学、儿童少年卫生学、卫生微生物学等专业课。1982年以来，各医学院校还针对各专业开设了数量不等的选修课，在各种选修课中，除传统学科外，也开设了部分新兴学科或跨学科的综合性课程。

中医类各专业除共同的普通基础课并学习一些现代医学知识外，为了保持中医的特色，重点加强有关中医理论和实践方面的课程，包括中医学基础、中药学、方剂学、温病学、中医内科学、中医外科学、中医伤科学、针灸学、中医儿科学、中医妇产科学、中医眼耳鼻咽喉科学等课程。

药学类各专业的专业基础课主要有物理学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、微生物学、生物化学、解剖生理学、药用植物学、中医学基础。药学专业的主要专业课有药物化学、生药学、植物化学、药理学、药物分析、药剂学。中药专业的主要专业课有中药学、方剂学、药用植物学、药用植物栽培学、中药炮制学和制剂学等。

为了加强对医学教育过程的质量管理，保证向社会输送合格的医药卫生人才，医学院校在各教育阶段都建立了必要的考试评价制度。许多国家还在国家一级建立了以授予行医执照为目的的资格认可考试制度。中国自1982年开始，国家对医学院校的医科毕业生试行业务统一考试制度，并在卫生部和国家中医管理局分别建立了国家医学考试中心和中医考试中心，试图通过建立国家医学考试制度来对医学教育质量进行宏观控制。

中国高等医药院校5年制本科毕业生，符合《中华人民共和国学位条例》者，均可获得医学学士学位（见“医学学位”条）。

中等医学教育

中等医学教育[vocational (middle) medical education]是医学教育全系统中一类由中等卫生学校或同等机构承担的，旨在培养各类中级卫生人员的职业教育领域。根据世界卫生组织专家委员会1972年讨论，认为下列范围的培训均属于这一领域，即“受训者曾受过8—9年的基础教育，随后接受2—3年的技术培训，能识别和处理常见病，能把比较复杂的医疗问题和病例转到邻近的卫生中心和医院，能实施预防措施和地区卫生状况的改善”。因此，中国的医士教育及其他同等水平的卫生人员培训均属于这一范畴。就国际范围来说，中等医学教育是苏联和各发展中国家医学教育系统的重要组成部分。在西方发达国家，由于战后时期短期大学的迅速发展，中等医学教育仅在有限范围内得到了发展。

中国的中等医学教育是医学教育系统的重要组成部分。1951年9月，卫生部制订了1951—1952年中级医学教育发展计划，并创办了一批新的医学卫生学校和专业，调整了学校和专业布局，更新了教学内容，使中等医学教育纳入国家计划的轨道。在十年动乱期间，中等医学教育曾受到破坏。1979年以来，中等医学教育经过整顿和改革，制定了十个专业的教学计划、教学大纲，编写了试用教材，拟订了《中等卫生学校工作条例》和各项规章制度、开展了教学质量检查，实行以省、自治区、市为单位的分专业的毕业生统一考试制度。1980年9月卫生部召开全国中等医学教育工作会议，对加强中等卫生学校教学实习基地的建设和调整中等卫生学校学制与专业设置规定了一系列措施。

管理体制 据1988年统计，中国设有中等卫生学校537所，除综合性的卫生学校外，尚有独立的护士学校、中医药学校、药剂学校、助产学校、妇幼卫生学校、生物制品学校和藏医学校等等。根据统一计划、分级管理的原则，除43所为中央各部委所属外，其他中等卫生学校由省、自治区、市人民政府卫生厅(局)管理，个别的由省、自治区、市人民政府委托地区行署或市卫生局管理。

专业设置与学制 中等卫生学校的专业是根据卫生事业发展计划所需各类人才情况来确定。全国中等卫生学校设有医士、中医士、蒙医士、藏医士、妇幼医士、卫生医士、放射医(技)士、口腔医(技)士、护士、助产士、药剂士、中药士、检验士、医学实验技士、医疗器械维修技士、生物制品技士、卫生管理士和卫生计划统计士等18种专业。1982年7月，根据实际需要，又将检验士专业分为临床检验士专业和卫生检验士专业，原检验士专业仍予保留，还增设了维吾尔医士、蒙医士、针灸医士、推拿医士、中医护士等专业共25种。各专业的学制一般为三年，部分学校护士专业的学制为二年或二年半。医士、公共卫生医士、放射医士、妇幼医士专业的学制为四年。

培养目标 中国的中等医学教育是整个中等专业教育系统的一部分，根据1979年教育部颁发的《全日制中等专业学校工作条例》规定，其基本任务是培养社会主义革命和社会主义建设所需要的各种专业人才，应具有相当高中文化程度，并在此基础上掌握本专业现代化生产所需要的基础理论、专业知识和实际技能，培养分析问题和解决问题能力，并具有健全的体魄。

按照上述总目标，卫生部于1982年7月对1978年颁布的各专业的培养目标作了修订。以医士专业为例，其基本任务是贯彻执行党的教育方针和卫生工作四大原则，为中国社会主义卫生事业培养德、智、体全面发展的医士。对本专业学生的具体要求是：学习本专业所必需的文化基础知识、医学基础理论、专业知识和实际技能，并

能运用所学知识和技能防治多发病、常见病和地方病，毕业后能在基层医疗卫生机构从事防治工作 其余 24 种专业除业务教育的要求有所区别外，政治、劳动、体育的要求均相同。

教学计划 各专业的教学计划是根据各专业的培养目标制定的。制定教学计划的基本原则是：①贯彻党的教育方针和卫生工作方针，从中国的实际情况出发，培养具有中国自己特色的合格的各类中级医药卫生人才。②坚持中等卫生学校各专业的培养目标，处理好政治学习与业务学习以及劳动教育和体育锻炼等方面的关系。③坚持理论联系实际的原则，加强基础理论、文化知识、专业知识和基本技能训练。④合理安排各类课程和各教学环节，使学生能够主动地扎实地学好必要的知识和技能。教学大纲应力求适合中国大多数中等卫生学校的情况，同时也应注意到各地情况不尽相同，各地、各校有一定的自主权和灵活性。卫生部于 1978 年 3 月颁发了中等卫生学校医士、中医士、卫生医士、妇幼医士、口腔医士、放射医士、护士、助产士、检验士、药剂士等 10 个专业的教学计划试行草案；其他专业的教学计划，由省、自治区、市卫生厅(局)或中等卫生学校自行制订。通过实践，总结经验，卫生部又于 1982 年 7 月召开中等卫生学校教学计划座谈会，修订了上述 10 种专业教学计划，制定了中药士、卫生检验士、临床检验士 3 种专业教学计划。除最后学年的毕业实习外，四年制各专业总教学时数约 3 200，三年制各专业总教学时数约 2 600，理论课和实验、实习课的比例为 2∶1。

中等卫生学校各专业的课程计划由三部分组成，即普通基础课、医学基础课和专业课。各专业共同的普通基础课有政治、体育、语文、外语、数学、物理和化学。医学基础课视各专业的需要而有所不同。如医士、妇幼医士、卫生医士、放射医士、口腔医士和护士等专业的共同医学基础课是生物学、解剖学及组织胚胎学、生理学、生物化学、微生物学及寄生虫学、药理学、病理学。专业课则根据各专业的培养目标来设置。教学大纲根据各门课程在实现本专业培养目标中的具体要求而制定，现行中等卫生学校的教学大纲于 1979 年由卫生部组织编写。

为适应教学需要，各专业的通用教材由卫生部组织编写出版，招生较少专业的非通用教材由各省、市、自治区卫生厅(局)和中等卫生学校自行编写。

为了对中等医学教育的质量进行科学评价，保证向卫生系统提供合格人才，根据 1980 年全国中等医学教育工作会议精神，以省、自治区、直辖市卫生厅(局)为单位试行了中等医药学校毕业生的业务统考。1984 年，全国已有 28 个省、自治区、直辖市进行了业务统考。

初等医学教育

初等医学教育(primary medical education)是指以培训在卫生机构和城乡基层从事简易技术性工作的初级卫生人员为目标的职业教育 在发展中国家，辅助卫生人员可分成四类，即民医、卫生员、初级医助和初级卫生保健医生 其中除初级卫生保健医生受到比较系统的训练外，其他各类辅助卫生人员都是只受过卫生学校或卫生机构短期培训或带徒培训的初级卫生人员。

中国的初等医学教育主要涉及两类初级卫生人员的培训：一类是为卫生机构培训的初级专业卫生人员，如医院中的护理员、药剂员、卫生员，卫生防疫部门的防疫员、消毒员，儿童保健机构中的保育员等；另一类是为农村、工矿企业和城镇培训的半脱产或不脱产的初级卫生人员，如农村卫生员、妇幼保健员、接生员、红十字卫生员等。初级卫生人员的培训一般是在地方卫生部门的统一规划和领导下进行，除一部分通过学校培训外，大量的是由各级卫生机构承担，通过边工作边学习或短期集中培训(举办各种训练班)等方式就地培训。

初级卫生人员的培训目标根据各类人员今后执行的任务确定，课程内容也按照这类人员必须具备的能力定向。如护理员的培养目标是掌握简单护理工作所必需的知识和技能，在上级护理人员的指导下能执行日常护理工作；培训期限一般为 3 个月至 1 年。

半脱产或不脱产初级卫生人员在农村生产队、工矿企业车间和城镇居民委员会中从事最基层的卫生保健工作，包括群众性卫生防疫、爱国卫生运动、卫生宣传教育、计划生育指导、一般外伤和常见病的简易治疗等。这类人员通常是在本地区卫生医疗机构中，由卫生人员给予半个月到 2～3 个月不等的短期训练，内容围绕卫生医疗工作中的某一特定范围，培训完毕后在上级卫生技术人员的指导下，在工作实践中继续学习和提高。如接生员，通常由乡卫生院的妇幼人员负责培训，内容主要是科学接生，使其具有产前检查、处理正常分娩和产后访视的工作能力。

农村不脱产卫生员的培训和使用，从国际上看，可以追溯到四个世纪以前。早在 17 世纪，俄国、牙买加和斐济等国就培训和使用过这类卫生人员。在殖民主义统治时期的非洲，如苏丹、乌干达、肯尼亚、马拉维、尼日利亚和埃塞俄比亚，以及亚洲的一些国家，如越南、印度、斯里兰卡和马来西亚等国也曾培训和使用过这类卫生员。据世界卫生组织报告，目前，在亚非拉地区已经有 26 个国家把农村不脱产卫生员的培训和使用列入了本国的农村发展计划。

中国早在 30 年代即在河北省定县等卫生示范区进行了农村不脱产卫生员的培训和使用，第二次世界大战期间，这一制度被介绍到印度、哥斯达黎加和其他一些国家。新中国建立后，在农业合作化运动中大规模地培训了农村卫生员，使他们成为农村开展初级卫生保健的一支重要力量。这类卫生人员身居农村，不脱离生产，深受广大群众的欢迎。为了改善农村的卫生面貌，保证人人享有

卫生保健，中国十分重视农村不脱产卫生员的培训，1964年曾召开了全国半农半医医学教育会议，1978年以来，全国各地卫生主管部门还通过县卫生进修学校，对农村卫生员进行系统的培训和提高，不少人取得了乡村医生资格。据1988年统计，全国乡村医生和卫生员的总数达1 247 045人，其中乡村医生731 653人，乡村卫生员515 392人，农村接生员466 974人。

农村不脱产卫生员的培养目标和培训计划是根据农村初级卫生保健的实际需要制定的，同时也充分考虑当地的卫生资源、经济发展水平及医疗卫生条件。按照理论联系实际和分阶段学习的原则，初训阶段通常由农村卫生机构承担，培训时间为1—3个月。复训通常在县卫生进修学校或县、区医院中进行，期限一般为6个月到1年。在复训阶段，除比较系统地学习医学理论课程外，还有一定时间临床实践训练，以便通过培训，在理论上和医疗技术上有较大的提高，具有独立开展农村初级卫生保健的能力，其中达到相当于中级卫生人员水平者，经考试及格后可取得乡村医生资格。

医学进修教育

医学进修教育(continuing medical education)是向已完成专业教育，并正在从事实际工作的医生、药师、卫生管理人员、护士及其他卫生人员所提供的继续教育，其基本任务是向各类卫生技术人员提供学习新知识和新技术的机会，以提高专业水平，跟上科学技术的进步。因此，从教育职能上说，它是基础水平医学教育的继续、补充和完善。

中国的医学进修教育是医学教育全系统和全过程的重要组成部分，它包括高级卫生技术人员、卫生管理人员和医学院校教学人员以岗位培训为目标的继续教育和中初级卫生技术人员以取得学历为目标的业余教育。岗位培训以举办进修班、讲习班、系列讲座或个别进修为主要形式，组织在职卫生人员或管理人员学习新知识、新技术为主要目的。业余教育则通过举办业余大学(如夜大学、函授教育)形式，按规定学制和教学计划，学完全部课程，并经考试合格，发给证书，国家承认其学历。此外，对专业训练不足的人员，还通过业余或离职学习的方式，实施复训补课教育。

建国初期，国家就把医学进修教育列为卫生人力发展计划的一部分。50年代至60年代中期，各级卫生行政部门和医学院校，根据当时卫生服务需要和卫生人员的状况，开展了专业进修和干部轮训。许多医学院校开办了保健组织专修科，培训了一批卫生管理骨干，医科夜大学和医学函授教育也有所发展。卫生部和各省、市、自治区相继建立了一批进修基地。

1981年2月，中共中央和国务院发布《关于加强职工教育工作的决定》，指出职工教育是开发智力、培养人才的重要途径，是发展国民经济的可靠保证。1986年12月，全国成人教育工作会议指出，我国的成人教育应提倡学历教育与本职工作结合起来，以岗位职务培训为重点。

近十多年来，中国的医学进修教育有了很大的发展。1980年11月，卫生部召开的卫生职工教育会议，提出全员培训、突出重点、统筹规划、量力而行、形式多样、讲究实效的方针。在此期间，各省、自治区、市、卫生厅(局)和市(地)县陆续建立了进修教育机构，配备了专职人员。1978年到1983年，进修过的在职专业卫生技术人员和卫生管理人员已达1 483 826人。仅据1987年统计，全国卫生系统共举办各种进修班8 077个，培训人员295 031人，占专业卫生人员总数的7.92%，其中全国性培训基地举办的培训班500余个，培训技术骨干8 000多人，占培训人员总数的2.40%。

目前，中国医学进修教育采取中央、省(市)、自治区、地(市)和县分级管理体制。卫生部负责组织直属单位和省级卫生机构高级医(技)师、高等医学院校教师、处级以上卫生管理干部的进修培训。省(自治区、市)卫生厅(局)负责本省(自治区、市)卫生管理干部和高级卫生技术人员培训进修，以及中级人员晋升为高级人员的教育。地区(市)卫生局主要办理中级人员进修和初级人员晋升为中级人员的教育。县卫生局负责办理本县中级和初级人员培训。

为了广开才路，尽可能满足卫生人力的需要，中国在在职卫生人员中实行考核晋升制度，即中级人员通过考核可以晋升到高级，初级可以晋升到中级，以补充高、中等医学院校毕业生数量的不足。对未经专业训练和专业训练不足的人员，实施复训补课教育。复训补课教育是从各人实际出发，时间可长可短，使复训对象在文化、专业基础、操作技术等方面达到与其职称相称的水平。学习结束，考试合格者发给结业证书，作为提职晋级的重要依据之一。1978—1981年，全国已有100余万人受到复训补课教育，占应复训补课人数的63.8%。

医科夜大学及函授学校是经教育主管部门认可的正规教育，其培养目标和教学计划与全日制同类专业基本一致，其学制和课程均体现了在职、业余和学员已具有一定专业基础等特点。招生对象必须具有高中毕业的实际文化程度，并须参加省一级教育主管部门组织的统一入学考试，择优录取。本科教育的教学时数在3 000学时以上，专科教育2 000学时以上。

卫生管理干部教育是培养卫生管理人才的措施，其培养目标是：培养具有一定的马列主义理论知识和政治水平，有比较广泛的医学专业知识，了解医学科技发展规律和发展趋向，掌握卫生管理科学的基础理论、基本知识和基本技能的卫生管理医师。专修科的学制为3年，本科的学制为4年，招生对象为中等卫生学校毕业或同等学历，有高中毕业文化程度，经入学考试，择优录取。

据1987年统计，全国共有86个卫生干部专修科

(班)、54所职工医学院或卫生管理干部学院、202个函授部(点)、96所医科夜大学(班)、356所卫生职工中等专业学校、328所卫生职业技术学校、1 337所县卫生进修学校。1987年,全国医学成人高等学校的在校生达39 381人,毕业生3 588人,医学成人中专在校学生124 368人,毕业生8 746人。

住院医师培训制度

住院医师培训(residency training)是指对医科毕业生实行临床专门化训练的一种教育制度,是毕业后医学教育的重要组成部分,其目标是培养按专业定向的临床专科医师。在发达国家,尽管法律规定医学院毕业以后即可申请行医执照,但是,自1930年以后,由于医学专科化的迅速发展和规范化住院医师培训制度的普遍建立,多数医学院校毕业生都要接受住院医师训练期培训,以便成为一名合格的专科医师或通科医师,仅小部分进入医学研究生教育。

在发达国家,住院医师培训制度是按照法律或医学团体的章程建立的。有关住院医师培训计划的目标、培训期限、培训计划的认可、考试评价、以及资格的认可,均由政府主管部门或医学团体作出规定。凡接受住院医师培训工作的医院和培训计划,均需经有关部门批准和认可。

中国自1930年开始,在沈克非教授的主持下,在当时的南京中央医院即开展了住院医师培训。此后,各医学院校的附属医院和各大型医院也陆续建立了各自的住院医师培训制度。但是,直到1986年前,全国各地对住院医师的培养目标、培训计划、考试考核、资格认可等方面均未形成规范化的制度。为适应卫生事业发展的需要,自1986年开始,根据卫生部的要求,在浙江省卫生厅的统一领导下,制订了浙江省住院医师培训条例,并经卫生部批准,在19所省市级医院中开展了住院医师培训制度的试点工作。此后,上海、天津、长春等地和广州军区总医院也开始了住院医师培训制度的试点工作。与此同时,卫生部会同中华医学会曾召开了一系列专题研讨会,部署在全国各地建立规范化住院医师培训制度的途径和方法。

目前,中国部分省市试行的住院医师培训条例,住院医师培训计划大体分为两个阶段共5年。第一阶段2—3年,主要在同本专业相关的各临床科室中轮转。第二阶段亦为2—3年,实行专业定向培训。培训内容分临床技能训练和理论学习两部分,但以临床技能训练为主。理论学习包括各专业住院医师的共同必修课和专业必修课与选修课。共同必修课一般设医学伦理学、医学文献检索、外语和临床免疫、临床生化、临床药理、病理生理、生理、医学遗传、电子计算机在医学中的应用。另外,各专业还分别规定本专业领域的必修课。理论学习采取累积学分制,以自学、业余为主,辅以专题讲座,经考试及格授予学分。培训期结束,根据累积学分数和临床技能考核水平,经审定合格,授予主治医师资格证书。

实践表明,对医科毕业生实行住院医师培训制度,是一项培养医学专科人才的战略措施。虽然中国规范化住院医师培训制度尚处于试验阶段,随着试点工作的不断深入,具有中国特点的毕业后医学教育制度必将在中国得到发展。

医学研究生教育

研究生教育(medical graduate education)是大学毕业后培养高级专科技术人才的一种制度。根据中国教育部1978年9月8日公布的《高等学校培养研究生工作暂行条例》规定,其总目标是:培养具有社会主义觉悟,比较熟悉马克思主义,具有系统而坚实的理论基础、专业知识和科学实验的技能,懂得两门外语,至少熟练地掌握一门外国语,能独立进行科学研究工作和相应的教学工作。医学研究生分两类:一类是基础医学研究生;另一类是临床实验研究生和临床技能研究生,其主要任务是培养医学科学研究人员和高等医学院校教师。

中国的学位制度是1981年建立的。1982年起,医学研究生分为硕士研究生、博士研究生两种。医学硕士研究生招收思想进步、业务优秀、身体健康、年龄在35岁以下的高等医药院校或其他高等学校有关专业本科毕业生或具有同等学历者。临床研究生一般要求具有本学科2至3年的临床实践经验。符合上述基本条件和招生条件或招生简章附加要求的,可以根据自己的志愿自由报名,然后经过入学考试、政治审查和体格检查,择优录取。入学考试科目分政治、外语、基础课、专业基础课和专业课。政治和外语由国家教育委员会统一命题,统一组织考试,基础课、专业基础课和专业课由各招生单位自行命题并组织考试。硕士研究生分脱产和在职两种。脱产研究生学制一般3年,在职研究生一般增加1年。医学博士研究生招收已经获得硕士学位或具有相当水平的人入学。招生工作由招生单位自行组织。学制一般2至3年。

硕士研究生和博士研究生入学后都必须按培养计划学习规定的课程,通过考试,并在导师指导下完成研究课题,写出论文,通过答辩,符合《中华人民共和国学位条例》规定要求的,分别授予硕士学位或博士学位。脱产研究生毕业后,由国家统一分配工作;在职研究生毕业后,原则上回本单位工作。为了保证研究生的培养质量,招收研究生的单位和学科必须具有较高的学术水平和一定的条件,并经有关部门批准。硕士研究生的导师一般必须是教授或副教授,博士研究生的导师一般必须是教授。

1949—1965年,全国共招收医学研究生1 185人,毕业629人(当时未设学位)。十年动乱期间,医学研究生教育中止。1978年恢复医学研究生教育,据1987年统计,全国经批准承担医学研究生教育的高等医药院校83所,医药科研机构29个,其中有权授予博士学位的有48

个单位,有权授予硕士学位的有122个单位,博士的授权专业点为345个,硕士的授权专业点为1374个,担任博士和硕士研究生的导师分别为673人和6760人。1978—1986年,共招收医学研究生20087名,其中攻读博士学位的研究生928名。其间共毕业硕士研究生7119人,博士研究生93人,授予硕士学位和博士学位的毕业研究生分别为6733人和91人。

医学学位

学位(academic degree)是由高等学校或科学研究机构根据国家法律,按照个人的学术水平而授予的称号。多数国家采用学士(bachelor)、硕士(master)和博士(doctor)学位制,少数国家采用副博士(associate doctor)和博士两级学位制。为了区别不同的学科门类,在学位前面一般都冠以学科名称。例如文学学士、理学博士、医学博士等。中国曾于1935年公布《学位授予法》,规定学位分学士、硕士、博士三级,但未完全执行。

1980年2月12日,全国人民代表大会常务委员会通过了《中华人民共和国学位条例》,并自1981年1月1日起开始实施。中国的学位分为学士、硕士、博士三级,共分10个学科门类,即:哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学和医学。

授予学位的条件是:授予学位者必须拥护中国共产党的领导,拥护社会主义制度。在学术水平上,授予医学学士学位者必须是医学院本科毕业,成绩优良,较好地掌握本学科的基础理论、专门知识和基本技能,具有从事科学研究工作或担负专门技术工作的初步能力。授予医学硕士学位者必须是研究生毕业或具有同等学历,通过硕士学位的课程考试和论文答辩,成绩及格,能掌握本学科的基础理论和专门知识,具有从事科学研究或独立担负专门技术工作的能力。授予医学博士学位者必须是研究生毕业或具有同等学历,通过博士学位的课程考试,成绩及格,能掌握本学科坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识,具有独立从事科学研究工作的能力,在科学或专门技术领域作出创造性的成果。

为了保证所授学位具有应有的学术水平,授予学位的高等医药院校和医药卫生科学研究机构及其可以授予学位的学科、专业必须符合规定的条件,具有较高的学术水平,经国务院学位委员会审查同意,由国务院批准授权。非授权的高等医药院校和医药卫生科学研究机构毕业的本科毕业生和研究生,由原单位推荐,可以就近向学位授予单位申请学位。

卫生技术职称

卫生技术职称(health professional title),是中国自然科学技术职称五个系列(工程、农业、卫生、教学和科研)之一,是反映和衡量卫生技术人员学术或知识水平和业务能力的称号。

1956年中国首次制订了《国家卫生技术人员职务名称和职务晋升暂行条例》(草案),发至各省(自治区、市)试行,对统一全国卫生技术职称起了一定作用。1963年又根据中共中央《自然科学研究机构当前工作的若干问题(草案)》的精神和前一段晋升工作试行情况,对"草案"进行了修订,改为《卫生技术人员职务名称及晋升条例》(修订草案),并于同年5月发至全国各地试行。晋升工作到1966年停顿。1978年全国科学大会后,技术职称和晋升制度得到恢复。第三次修订了《卫生技术人员职称及晋升条例(试行)》,经国务院批准,于1979年2月由卫生部颁发。1980年、1981年又相继颁发了《关于评定卫生技术管理干部技术职称的规定(试行)》和《关于在"条例"中增设"主管护师"职称等几个问题的通知》,作为《卫生技术人员职称及晋升条例(试行)》的补充。

技术职称的划分 卫生技术职称按照专业性质和工作特点,划分为医学、药学、护理、卫生技术、管理五大类别,每一类职称中又分成六个等级(见附表)。

(1) 医学:指医疗防疫人员,包括从事医疗、卫生防疫、妇幼保健、计划生育等专业工作的中医(包括民族医)、西医和中西结合医等人员。其职称分为:主任医师、副主任医师、主治(主管)医师、医师(住院医师)、医士(卫生医士、助产士)、卫生防疫员(妇幼保健员)。

(2) 药学:指药剂、药检人员,包括从事中药和西药专业的技术人员。其职称分为:主任药师、副主任药师、主管药师、药师、药士、药剂员。

(3) 护理:指护理人员。其职称分为:主任护师、副主任护师、主管护师、护师、护士、护理员。

(4) 卫生技术:指从事技术操作,器械维修、管理、生物制品研制等专业技术人员。其职称分为:主任技师、副主任技师、主管技师、技师、技士、见习员。

在病理、检验、放射、理疗、营养、口腔、心电图、脑电图等科室工作的卫生技术人员,职称评定的类别视所受的教育培训情况而定,凡医学院校毕业、从事诊疗工作者,一般按医疗防疫人员评定职称;非医学院校毕业者,一般按卫生技术人员评定职称。

(5) 管理:指业务技术管理干部,是指在卫生行政部门、企事业单位和学术团体中,从事医疗、卫生、科研、教学、防治、保健、计划生育、药械等技术管理工作的干部。卫生技术管理干部,根据其所掌握的专业知识和管理水平,分别评定医、药、护、技等技术职称,但在职称后面注明"(管理)"二字,以便与专业技术人员的职称相区别。如主任医师(管理)、主管药师(管理)等等。

主任医(药、护、技)师是卫生技术职称中最高的一级,他们是医疗、教学、科研工作的中坚力量,代表和反映中国的医药卫生技术水平,他们的业务水平与教学、科研人员中的教授、研究员相当。其余职称依次类推(见附

表)。所不同的是,在卫生技术职称中,将不具备中等专业学校学历的卫生防疫员、药剂员、护理员、见习员等也划为一级职称。

考核工作 考核工作是晋升工作的重要环节和基础。

(1) 考核标准:考核标准是根据中国卫生技术队伍现状和医学科学发展水平,对各级人员规定的政治和业务上的要求。为了正确掌握考核标准,保证晋升质量,在贯彻执行时,要求做到:①评定技术职称要坚持德才兼备,以政治思想表现、工作成就、学识水平和业务能力为主要依据,适当考虑学历和从事技术工作的资历,但不搞论资排辈,做到不拘一格选拔人才。②对在不同岗位上从事不同专业工作(如医疗和科研;中医和西医;城市和农村基层)的技术人员,在坚持标准的情况下,应该考虑他们各自的特点,提出不同的要求,区别对待。③正确对待论文和著作。技术人员写出较高水平的论文、著作,做出了成绩,都应作为评定职称的重要依据。但要防止不看实际的技术水平和业务能力,单以论文、著作为依据确定技术职称的作法。④在外文要求上,既要坚持标准,不随意放宽条件,又要照顾历史实际情况,区别对待。

(2) 考核方法:以《条例》、"标准"和各地制定的具体实施细则为根据,对不同工作岗位中的不同对象区别对待。对高级卫生人员的晋升应以考核为主,如采取本人做工作总结报告或论文答辩,学术委员会评议,评审委员会审议等方式,必要时可进行外文测试。对不具备学历的人员的晋升,如"员"晋升"士","士"晋升"师",除进行考核评议外,一般还需由各省、市、自治区卫生厅(局)统一进行基础理论和专业知识的考试。

(3) 考核程序:一般包括:①本人申请或组织推荐,填写确定或晋升技术职称报告表,提交能反映本人业务水平的工作总结或学术论著,并在一定范围内进行报告或答辩。②在此基础上,由基层评审小组对其政治表现、业务水平等进行考核,并提出推荐意见。③上一级评审组织,根据本人提交的材料和考核考试成绩,进行评议、平衡,提出意见,按干部管理权限送主管部门审批。④主管部门批准后,通知本人,并将有关材料存入人事档案。

(4) 考核组织:除建立晋升工作领导小组和晋升办公室外,要建立主要由专家组成的学术(或考评)组织,其成员必须具有比较高的学识水平和业务能力,作风正派,办事公道。评议每一级技术职称,都须有一定数量一定职称的专业人员参加。

(5) 考核工作的制度化:晋升考核应同平时考核、年终总结相结合,同进修、专业培训工作相结合。

审批权限 《条例》规定由"员"晋升"士",由县(市)卫生局(科)或相当这一级卫生行政主管机关审批;由"士"晋升"师"、由"师"晋升主治医师及相当职称,由地区、省辖市卫生局审批;晋升正副主任医师及相当职称,由省、自治区、市卫生厅(局)审批。中央各部委所属单位卫生技术人员的晋升,由各有关部委负责办理。没有或卫生行政部门不健全的部委,由有关部委委托地方卫生行政部门按上述程序审批。部分医药院校或医药科学研究机构,经上级主管部门批准,有权审批各类卫生技术人员的晋升,国家予以认可。

卫生技术职称与其他系列职称对照

系列	技术职称					
卫生	主任医师	副主任医师	主治(主管)医师	医师	医士、助产士	卫生防疫员、妇幼保健员
	主任药师	副主任药师	主管药师	药师	药士	药剂员
	主任护师	副主任护师	主管护师	护师	护士	护理员
	主任技师	副主任技师	主管技师	技师	技士	见习员
教学	教授	副教授	讲师	助教		
科研	研究员	副研究员	助理研究员	研究实习员		
工程	高级工程师		工程师	助理工程师	技术员	

乡村医生

乡村医生(village doctor)是中国在村级卫生机构从事基层卫生工作的中级卫生技术人员。50年代初,中国开始在农村地区培训卫生员和接生员,1958年后,生产队一级普遍建立了保健站,为适应这一需要,不脱产农村卫生员的培训得到了迅速发展。1965年4月,卫生部召开了全国农村医学教育会议,决定从农村中大量培养半农半医的初级卫生人员,1968年改称赤脚医生,到1975年,赤脚医生的总数曾达到了180多万人。从1985年开始,鉴于"赤脚医生"这一名称的含义不够确切,经卫生部决定,并在全国卫生厅(局)长会议上宣布,今后凡经考核达到相当于医士水平的改称乡村医生,并发给乡村医生证书,达不到医士水平的,改称卫生员。据1988年统计,全国村级卫生机构共有卫生人员1 247 045人,经考

试考核达到相当于中专水平、并取得乡村医生证书者已达731 653人。

乡村卫生员的培训由县卫生主管部门负责，分初训和复训两个阶段。初训通常为3个月左右，主要学习医学基础知识、农村卫生、妇幼卫生和计划生育、常见病防治、常用药物及基本医疗技术，经过一定时期的卫生工作实践后再进行复训，经考试合格者，发给乡村医生证书。自1987年开始，湖南、吉林、江苏、湖北、四川、河南、山西、广西、北京、甘肃等省、自治区、市已将乡村医生培训纳入中等教育系列，通过县卫生学校、中等卫生学校、中等卫生职业技术学校创办医士专业农民中专班等形式，招收农村户口的应届初中毕业生回乡知识青年，学制3年，计2 400学时左右，学完全部课程，并经考试考核及格，由学校发给毕业证书，然后回农村当乡村医生。

乡村医生均在村级卫生所(站、室)工作，其主要任务是：做好卫生防疫工作，对群众卫生工作进行技术指导；开展计划生育及妇幼保健工作；常见病伤的简易治疗和救护，遇疑难病症，按转诊制度向上级医疗单位转诊；健康教育及普及卫生知识。

乡村医生的报酬，80年代以前均在原生产队参加集体分配。80年代以后，随着农村经济体制的改变，乡村医生的报酬采取从业务收入、集体经济组织的补助、地方财政补贴、以及适当参加责任田或搞家庭副业等途径来解决，一般均保持在相当于当地农民中上等的收入水平。

实践证明，乡村医生的发展，不仅对普及农村初级卫生保健，提高防病治病质量提供了可靠的保证，而且对加强农村基层卫生机构建设，推动农村卫生体制的改革也起到了促进作用。

医学科技管理

医学科技管理

医学科技管理是科学技术管理的一个组成部分，也是卫生事业管理的一个组成部分。它以管理科学技术为手段，研究科学技术工作的规律性，缩短科学技术工作周期，加快科学技术的进程，使医学科技工作在社会、经济发展过程中发挥更好的作用。

医学科技管理的产生与卫生事业的发展及科学技术的发展需要分不开。它对准确选择科研方向、确定科技政策、选定科学技术路线、组织合理的科研机构、最佳地发挥科技人员作用、提高科研工作效率、缩短科研周期等具有十分重要的作用。

医学科技管理的指导思想 1978年，中共中央明确指出，我们要实现四个现代化，关键是科学技术的现代化。1985年，中共中央又明确提出，进一步贯彻经济建设必须依靠科技进步，科技工作必须面向经济建设的方针。这是中国科学技术工作的指导思想。医学科技管理工作必须按照上述指导思想，根据中国社会经济的发展，人群的疾病谱和死因顺位，人民生活的需求水平、健康水平和医药卫生科学技术发展的趋势加以制定。

医学科技管理的研究范围 根据中国国情，医学科技管理的研究范围和主要内容有：①医学科学技术的方针政策。②医学科学技术与社会、经济发展的关系。③医学科学技术的发展规律，医学科技管理发展史。④医学科学技术发展的规划和计划。⑤医学科学研究的结构体系和科研机构的建设。⑥医学科学技术的经济管理。⑦医学科学发展的预测。⑧医学科技人才的培养和管理。⑨医学科学研究的发明、专利和成果的管理。⑩医学科学研究条件的保证(仪器设备、实验动物、试剂、菌种、毒种、标准品等)。⑪医学科学技术的国际合作和学术交流。⑫医学科技管理中的法制。⑬医学科技的伦理学(医学科研道德)。⑭医学科技的情报、图书和期刊。⑮医学科技档案的管理。⑯医学科技统计。⑰医学科技的计量标准。⑮医学科学研究和管理的方法论等。

总之，它包括医学科技管理的理论问题和实际应用等，范围甚广。

医学科技管理的原则 按照科学发展的规律和科学技术工作的特点，医学科技管理必须遵循以下原则：

(1) 为卫生事业发展战略需要服务。

(2) 学术自由：科学上不同学术观点、不同学派应该自由争论和探讨，不能用行政力量强制推行一种学术观点，赞成一种学派或禁止和批判另一种学派，这样做必然妨碍科学的发展。科学上的不同学术观点，不能采取少数服从多数的办法，而应该组织学术界开展讨论、争鸣，来弄清是非。科技管理者对于不同学术观点，可以从中加以

选择和权衡，进行必要的决策，但不能在缺乏充分根据的情况下，轻易的作出肯定或否定。要有学术论坛，出版学术刊物，定期或不定期地召开学术会议，为自由讨论提供条件。

(3) 实践是检验真理的唯一标准：科学是实践的总结，科学要求三证（论证、验证、复证），科学上的是非要靠实践来检验，要通过科学家的同行评议来鉴定。在科学上不能个人专断。

(4) 保护科学技术竞争：在团结友好、有利于发展科学的前提下，应该鼓励和保护学科内部、科学家之间的竞争。有竞争，才有选择。科学上的竞争应有利于激发和促进科学活动，有利于学术发展。

(5) 科学技术上的权威性和责任性：一个研究所或研究室，一定要有思想敏捷，知识面宽，专业底子深，善于集中别人的思想，尊重别人，熟知本门学科的学术领导人。选择理想的学术领导人，树立学术权威，是管理工作的重要环节。科学评价也应尊重权威性科学家的意见。

(6) 有一套适合科学发展的人事管理、劳动工资、奖励荣誉、学位学衔等制度：要建立适用于医学科学技术管理的技术方法，如同行评议、经济管理、成果鉴定和科技预测等，使科学技术工作有条不紊地、顺理成章地进行。

医学科学研究体制与机构

科学研究的体制和机构建设是管理工作中一项十分重要的理论和实际问题，它涉及到机构设置、职责权限、领导关系和管理方式。科技管理体制同时涉及到多层次、多部门，因而是一个比较复杂的问题。

随着科学技术发展的需要，中国国家设有科学技术委员会、中国科学院、中国科学技术协会。国家科学技术委员会设有专题研究组 66 个，吸收了全国著名的、有科学技术成就的科学家 2 000 多人参加。中国科学院设有数学物理学部、化学部、生物学部、地学部、科学技术部，还有管理科学组。学部由全国有关部门选出 400 名优秀科学家组成。其中医学科学家 26 人。1985 年全国科学技术协会下有专门学会 138 个，其中医学方面 16 个。

中国的科学研究系统有国务院各部委系统、科学院系统、国防系统、高等院校（包括医学院）系统和地方系统五个方面。近年来，通过改革，已有少量集体或私人的科研机构。

医学科学研究机构和管理体制 卫生部科技司负责医学科技的管理和协调工作，包括医学科技的长远规划、年度计划、成果管理、国际科技合作等。各省、自治区、市卫生厅（局）的医学科技管理部门，负责本地区的医学科技组织管理、安排落实卫生部下达的各项科研任务。一些工业企业部门及国防系统，根据各自的情况，也设有科技管理机构，负责本系统范围内的医学科技管理工作。

全国的医学科研机构，按其组织形式分为两类，一类是独立的研究所，多数是专业性研究机构；另一类是附设的研究所（室），附设在医学院、医院内。

(1) 独立研究机构：卫生部直属的中国医学科学院、中国中医研究院及中国预防医学科学院在基础医学、临床医学、预防医学和传统医学研究工作中起着学术上的指导作用。各省、自治区、市根据本地区防病治病需要和人力、物力以及设备条件，成立地方性独立专业研究所。有些省、市，还设置地方性的医学科学院（或设分院）。军队系统有军事医学科学院及相应研究所、各兵种、各军区也有自己的医学专业研究所。

(2) 附设研究机构：建立附设研究机构是投资少、见效快、能够充分发掘科技人员和设备潜力的一种好办法。在高等医药院校和医疗卫生机构内，根据学校和医疗卫生机构的工作特点、科技力量和原有工作基础，附设研究所（室），其中有卫生部直属院校附设的医学研究所（室），省、自治区、市属医学院校和医疗卫生机构附设的医学研究所（室）。这些研究所（室）的建立，有的按学科，有的按任务。有基础医学，也有临床医学、预防医学，有中医、西医，也有中西结合医。他们在医学研究工作中，在承担国家科研任务中均发挥了作用。

医学科学的咨询机构和学术团体 卫生部医学科学委员会是卫生部领导全国医学科技工作的咨询机构。卫生部为了加强对医学科研机构和科技工作的组织领导与学术领导，促进和推动医学科学事业的发展，充分调动科学家的积极性，发挥他们的专长，成立了由国内学术水平高的中西医老专家、优秀的中青年科技人员共 1 256 人组成了医学科学委员会；并根据防治疾病和医学科学发展的需要，按学科和任务、现代医学和传统医学、基础医学、临床医学和预防医学，分别组织了 49 个专题委员会。医学科学委员会及专题委员会在制定和审查长远规划、年度计划、攻关课题以及成果评定等方面发挥了积极作用。但该组织较庞大，人数较多，活动不够灵活，且人员常有变动。根据改革的精神，在进行调整后，又逐步建立了医学科学专家咨询委员会和专家咨询组。

中国的医学学术团体是促进和推动医学科学技术不可缺少的力量。主要的学术团体有：中华医学会、中华全国中医学会、中国中西医结合研究会、中国药学会、中华护理学会、中国生理科学会、中国解剖学会、中国防痨协会、中国抗癌协会、中国营养学会、中国生理病理学会、中国针灸学会、中国生物医学工程学会、中华预防医学会等。医学学术团体在贯彻双百方针，交流学术经验，团结广大医学科学工作者，促进医药卫生科技事业的发展，保护人民健康等方面都作出了重大贡献。

中国医学科学院

中国医学科学院（Chinese Academy of Medical Science）是中国医学科学的高级学术机构和综合研究中

心，直属卫生部领导。为了加速新中国医学科学事业的发展，1950年卫生部集中了一批医学科学研究人员，在原中央卫生实验院的基础上，成立中央卫生研究院。1956年更名为中国医学科学院。1957年中国协和医学院（前身为1917年创办的北京协和医学院）并入中国医学科学院。中国协和医学院1979年改名为中国首都医科大学，1985年5月改名为中国协和医科大学，是全国重点大学之一。中国医学科学院和中国协和医科大学是一个整体（简称"院校"），行政领导机构一元化，统一管理科研、教学及医疗工作。主要任务是：研究与教学并重，提供有实用价值或理论意义的医药科技成果，培养德才兼备的科研、教学、医疗人才；提高专科疾病和疑难病症的诊断治疗水平；在国家医药科学技术政策方面起参谋、咨询作用；提供医药科技情报，发挥全国医学图书情报网络中心作用；开展国内外学术交流和科技合作。

历届院长为沈其震（1958年以前）、黄家驷（1958—1982）、吴阶平（1983—1985）、顾方舟（1986—）。

经国务院学位委员会批准，院校有授予博士学位的学科、专业27个，指导教师79人；授予硕士学位的学科、专业37个。

直属机构有①北京协和医院（协和医大临床医学部、医科院临床医学研究所）。病床600张，设有妇产科、内分泌科、眼科、核医学四个研究中心及世界卫生组织疾病分类合作中心。②皮肤病研究所（皮肤病医院）。重点进行性病、麻风病及其他皮肤病的防治及理论研究，为全国性病防治研究中心，担负中国微生物菌种保藏管理委员会医学真菌中心的任务。③阜外医院（心血管病研究所）。属心血管病专科医院，是全国心血管病临床技术协作和培训中心以及世界卫生组织心血管病合作中心。④血液学研究所（血液病医院）。⑤整形外科医院（整形外科研究所）。⑥肿瘤医院（肿瘤研究所），也是世界卫生组织癌症研究合作中心。设病床600张。进行常见恶性肿瘤的临床、病因、流行病学、细胞生物学及免疫学等研究。⑦基础医学研究所（协和医大基础医学部）。是世界卫生组织免疫学研究和培训合作中心。⑧药物研究所。⑨医药生物技术研究所（原名抗菌素研究所）。⑩医学生物学研究所。是世界卫生组织肠道病毒参考研究合作中心以及全国医学灵长类研究中心。⑪放射医学研究所。⑫生物医学工程研究所。⑬输血研究所。⑭医学情报研究所（院校图书馆），是全国医学情报中心、全国医学中心图书馆，编辑出版多种医学科学情报和技术资料。⑮医学实验动物研究所，是中国最早建立的实验动物研究机构。⑯微循环研究所，是国家级重点实验室。⑰药用植物资源开发研究所。为综合性开发研究所，也是世界卫生组织传统医学研究合作中心。该所下设云南分所（位于西双版纳）及海南分所（位于海南岛）。⑱卫生学校。

该院医学教育属多层次结构，本科设医学系（八年制）、护理系（四年制），专科设医学实验技师专业。1986年成立研究生院，招收医学博士生、硕士生及研究生班。1986年度，全院校共有在校生1 800余名。

1979年以来，创办了《中国医学科学院学报》，出版了《中国医学科学院年鉴》，编辑出版18种全国性医药学杂志。

中国预防医学科学院

中国预防医学科学院（Chinese Academy of Preventive Medicine）是全国预防医学科学研究、人才培训、技术指导中心，属卫生部领导。1983年12月以原中国医学科学院的寄生虫病、卫生、病毒学、流行病学与微生物学等研究所为基础组建成中国预防医学中心。1986年1月改名为中国预防医学科学院。现有寄生虫病研究所、病毒学研究所、流行病学微生物学研究所、劳动卫生与职业病研究所、营养与食品卫生研究所、环境卫生与卫生工程研究所、环境卫生监测所、食品卫生监督检验所及计算机与卫生统计研究室等研究所（室）。

主要任务 ①进行预防医学的技术理论和实践的研究，并组织协调全国预防医学科研工作。②对省、自治区和直辖市卫生防疫、卫生监督及预防疾病工作，提供技术指导和培训专业干部。③卫生防疫监督和监测工作。④组织有关卫生法规、标准制订及技术政策的研究工作，为卫生部决策提供科学依据。⑤预防医学情报资料的收集和交流。

工作方针 面向未来，面向世界，面向实际。根据中国卫生防病的实际需要，坚持以科研为基础，国家与地方卫生防疫力量相结合，实验室与现场相结合，发展提高预防医学科学，为增进人民健康服务，为实现四个现代化服务。到1986年止，科研成果获得国际奖3项；国家技术进步奖二等奖2项、三等奖1项，国家科学技术发明奖三等奖1项；卫生部甲级科技成果奖10项，乙级成果奖13项，卫生部和爱国卫生运动委员会成果奖5项。卫生防疫机构培训各种专业人才近6 000人次。

直属机构 （1）寄生虫病研究所：1956年成立，设有流行病学、病原生物学、媒介生物学、诊断免疫学、生物化学、药物化学、药理学、临床及科学情报等研究室。主要任务是：①研究主要寄生虫病（疟疾、血吸虫病等）防治的关键性技术问题，并开展有关的理论研究工作。②组织和协调主要寄生虫病的科学技术研究规划。③国内外寄生虫病的科学技术合作和情报交流。④培训寄生虫病防治技术人员。

（2）病毒学研究所：前身是中国医学科学院微生物学系病毒室（1949—1955），1963年扩建为病毒学系，1964年建成病毒学研究所。1971年曾与流行病学微生物学研究所合并，1978年又成为独立研究所。设虫媒病毒、流感病毒、肝炎病毒、肿瘤病毒、抗病毒治疗、病毒型态、病毒生化、病毒免疫、病毒遗传和病毒诊断等研究室。

(3) 流行病学微生物学研究所：1953年成立。设流行病学、微生物学、免疫学、生物化学、腹泻病流行病学、细菌性腹泻病、病毒性腹泻病、流行性出血热(包括登革热)、艾滋病、鼠疫、布鲁菌病及螺旋体病、流行性脑脊髓膜炎(包括军团病)、立克次体病、媒介生物学与控制、消毒学及诊断用品等研究室。主要任务是：调查研究有关疾病流行规律，进行疾病监测，研究预防和控制措施，评价其效果；发展医学微生物学、免疫学和生物化学基础研究；解决快速诊断方法和制剂(如血清、菌苗等)；开展消毒、杀虫、灭鼠研究。对全国卫生防疫机构进行科学技术指导，培训卫生防疫技术人才，协助有关部门制订防病法规。

(4) 劳动卫生与职业病研究所：1986年3月建所。设职业病临床和尘肺、工业毒理、毒理与流行病、环境与生物监测、药物合成和劳动生理等7个研究室。以劳动卫生、职业病防治科研为主要任务，同时开展卫生标准法规制订，对全国进行科学技术指导和培训专业人才，是世界卫生组织职业卫生合作中心和全国劳动卫生职业病防治中心，也是中华劳动卫生标准分委会、职业病诊断标准分委会和国家尘肺诊断组的挂靠单位。

(5) 营养与食品卫生研究所：1986年成立，设公共营养、老年营养、妇幼营养、食物化学、毒理化学、微生物与天然毒研究室。①研究中国不同人群的膳食及营养素摄入情况及其与人群健康的关系，提出膳食指导原则和营养素供给量标准的建议。②研究中国营养性疾病，提出营养改善措施，开展群众性预防工作。③研究食物营养成分及其测定方法，研究儿童和老年保健食品配方和实用的食物保藏、保鲜方法。④研究不明原因食物中毒的病因及防治措施，研究食物中微生物毒素及其有害化学物质对健康的影响及其预防。⑤营养专业人才培训。

(6) 环境卫生与卫生工程研究所：1986年3月成立。设环境化学、环境毒理、环境水处理、环境土壤、环境流行病、微生物水生物、空气污染控制、工业通风、通风测试技术、气溶胶技术和环境监测技术等。主要任务是研究环境因素对人体健康的影响，研究疾病的环境病因及其机制，提出环境卫生基准和标准，研究生活和生产环境因素和污染物的监测技术、控制措施及其效果评价。

(7) 环境卫生监测所：1985年5月成立。设环境卫生监测、生物监测、环境健康与毒性标准等研究室和有毒有害化学品登记组。主要任务是：①组织指导各省、自治区、市的环境卫生监测、监督及调查研究工作。②参加全国环境卫生法规、标准的起草、制订工作，提出全国环境监测规划。③研究环境因素对人体健康影响的早期指标，研究健康效应及其评价方法。④培训环境卫生技术人员。⑤建立数据库，储存全国环境卫生资料，组织全国科技情报交流工作。⑥组织出版全国环境卫生年报。

(8) 食品卫生监督检验所：1974年成立，1985年7月独立建所。设法规监督、食物新资源、化学污染与添加剂、微生物、农药与霉菌等研究室。主要任务是：①协助卫生部组织制订有关食品卫生法规及其管理办法。②负责全国食品监测及食物中毒的统计分析和大型、疑难中毒的处理。③培训食品卫生人才。④出版食品卫生监督简报、食品卫生学进展、食品卫生法规与标准译丛等书刊。

中国中医研究院

中国中医研究院(Chinese Academy of Traditional Medicine)是以继承发扬中医药学为中心任务的研究机构，直属国家中医药管理局领导。

中医药学是中华民族几千年来同疾病作斗争的经验总结，是一个伟大的宝库。解放后，党中央制定了团结中西医，继承发扬祖国医药学遗产，为人民健康服务的方针。1955年12月9日，在原中央卫生研究院中国医药研究所、针灸疗法实验所、北京中医进修学校、华北中医研究所等单位的基础上建成中医研究院，设有内科研究所、外科研究所、针灸研究所、中药研究所、华北医院、西医学习中医研究班、教材编辑委员会、医史研究室及图书馆等单位。1985年10月改名为中国中医研究院。

中国中医研究院的任务是：贯彻党的中医政策，加强中医、西学中、西医及其他学科人员的团结合作，继承发扬祖国医药学，坚持以中医药学为主体，遵循中医药理论体系，采用传统的和现代的多学科知识、方法和手段，积极进行中医药研究，丰富发展中医药学术体系，多出成果，快出人才，为中国的四个现代化和人类的健康事业服务。

中国中医研究院经国务院学位委员会批准有权授予博士学位的学科16个，有权授予硕士学位的学科23个。研究生分中医学研究生、中西医结合研究生和中药研究生。专业有中国医学史、中医文献、中医基础理论、中医内科、中医外科、中医儿科、中医妇科、针灸学、中药学以及中西医结合的针灸生理、神经化学、神经解剖、眼病、血液病、心血管病、内分泌疾病、呼吸系病、消化系病、肿瘤、皮肤病、气功、情报等。

直属机构 (1) 西苑医院(第一临床研究所)：设有心血管病、血液病、消化系病、呼吸系病、妇科、儿科、中医学术经验、基础医学、外科、神经内科等研究室。编辑出版《中西医结合杂志》(季刊)。

(2) 广安门医院(第二临床研究所、眼科研究所)：设有肿瘤、眼科、泌尿、皮肤、肛肠、中医内科学术经验、基础实验研究室等。办有二年制全国性西医学习中医班。

(3) 中药研究所：设有生药、炮制、剂型、化学、分析、药理、本草文献研究室和一个实验厂。编辑出版《中国中药杂志》(月刊)

(4) 针灸研究所：以不断提高针灸临床疗效，探索针刺麻醉和针灸治病原理，探讨经络实质为中心任务。设有经络、针法灸法、神经系统病、循环系统病、消化系统病、

气功、生理、病理、生化、组化、神经解剖、针灸文献情报等研究室和一个针灸教研室。编辑出版《中国针灸》(双月刊)和《针刺研究》(季刊)。

(5) 骨伤科研究所：1977年建立，设有骨折、软组织损伤、损伤性脊柱病、老年骨病、中药药理、生化、生物力学、骨伤科理论等9个研究室。

(6) 中医基础理论研究所：1985年4月建所，是以研究中医理论，发展中医实验科学为宗旨的研究机构。设有中医辨证理论研究室，治则、养生研究室，以及生理、病理、药理、免疫、生物化学、细胞、药物化学、中药剂型、仪器分析、电子显微镜、医用仪器、电子计算机等17个研究室。

(7) 中国医史文献研究所：1982年5月建所。以研究中国医学发展史，点校、注释、语译古典医籍为中心任务。设有医学通史、少数民族与东西方比较医史、中医基础文献、中医临床文献、民间医学等研究室及中国医史博物馆。多年来与兄弟单位合作，编纂出版了《中国医学史》、《伤寒论语译》、《金匮要略语译》、《中医名词术语选释》、《简明中医辞典》、《中医大辞典》、《中医人物辞典》等。编有《中华医史杂志》(季刊)。

(8) 图书情报研究所：设有中医典籍研究室和4个情报研究室、中医文摘等3个编辑部。图书馆藏书32万余册，包括14世纪以来历代书籍1 000多种、2万多册，中外文期刊1 100余种。中医古籍出版社为保存传播中医古籍，承担了孤本、善本的影印出版任务；编辑出版《国外医学——中医中药分册》、《中国医学文摘——中医》等。

(9) 中医杂志社：1959年由中医研究院主办，现由中华全国中医学会与中医研究院联合主办。为适应国外读者的要求，创办了英文版《中医杂志》(季刊)。

(10) 中医研究生部：是中医及中西医结合研究生的培养教育基地，全国中医进修基地之一。设有内经、伤寒、金匮、温病、各家学说、本草、外国语、自然辩证法等教研组。1976年全国中医研究班正式开班。1978年起培养研究生，1984年起招收博士研究生。

医学科学研究规划与管理

制定医学科学研究规划与计划是医学科学管理的一项重要内容。他体现了科学技术发展的方针、任务、目标、要求和措施。制订一个先进的切合中国国情的科技规划与计划是一项战略性任务。

中国医学科学研究的规划与计划分为远景规划(指10年以上)，中期规划(3—5年为期)及年度计划三类。

医学科技发展远景规划 新中国建立后，曾制订过四次长远规划。1956年国家科学技术委员会，组织全国科学家制定了1956—1967年科学技术发展远景规划、医学科学技术发展远景规划是其中一个部分。这个规划针对中国当时面临的防治任务，着重解决防治疾病中的关键性科学技术问题，同时，考虑到医学科学发展的需要，加强基础研究，填补空白缺门。规划提出5项基本任务，53个中心问题，578个课题。5项任务是：防治全国人民主要疾病的综合措施；掌握生产现有的和研究新的抗生素、药物和医学器材；总结和发扬中医的理论和经验；劳动卫生、劳动保护的综合措施及防治主要职业病；环境卫生、人民营养和体育活动等。53个中心课题包括血吸虫病的流行病学、发病机制与简便的早期诊断方法；疟疾的流行病学及发病机制；主要地方病(大骨节病、克山病)的分布情况、病原学、发病机制、早期诊断及有效的防治措施等。中医研究方面的课题有总结及研究中医各科预防和治疗经验，并阐明其机制等。这个规划的实施，为中国防治急性传染病、寄生虫病等常见病提供了诊断、治疗和预防措施，使中国的病理、生理、生物化学、病毒学等基础医学得到了发展，药品、抗生素、生物制品和医疗器械的品种和产量有了大幅度增长。这一规划的提前完成为中国医学科学的进一步发展奠定了基础。

1963年卫生部组织了300多名科学家讨论并制订了1963—1972年医学科学发展远景规划。这是一个任务与学科相结合的规划，课题比较具体，内容比较广泛。共提出54个项目、1 903个研究课题，涉及各个领域。

1978年6月，卫生部召开了全国医药卫生科学大会，总结了28年来医学科学技术工作经验和成就，并着手抓医学科学技术的恢复和发展工作，组织科学家制订了1978—1985年医学科学技术发展规划。这个规划共提出54项，721个课题。

1983年在国务院科技领导小组领导下，由国家计委、经委和科委联合组成规划办公室，规划涉及30多个行业和领域，医药卫生是其组成部分之一。所提出的1986—2000年医学科学技术规划特点是：强调科技规划要与国民经济规划紧密结合；强调从中国的国情出发，不片面追求超越世界先进水平；并分析了国内医疗保健的基本状况和在保障人民健康中需要重点解决的问题：如肝炎、肿瘤、心脑血管病、计划生育、儿童和老人保健、城乡环境卫生、劳动卫生问题等。远景规划根据这些新情况和新问题与"七五"科技规划相衔接，提出了相应的战略任务、战略目标和战略重点。

医学科技中期规划 包括专项的学科或任务的中期规划，如寄生虫病的科技纲要、计划生育的科技计划等。

医学科技年度计划 卫生部科技司每年编制年度的医学科技计划，列入计划项目的课题约150—200个。1985年开始试行科研基金制。

医学研究课题分类 医学研究课题按性质分为：①基础研究：指认识自然、探索未知的理论性课题。②应用研究：指探索基础研究成果的应用途径，或把实际中的问题，用基础研究的方法进行研究。③发展研究：指把基础和应用研究的成果发展到生产中去，包括中间生产、批

量生产、生产工艺等。医学科学研究课题按专业分为基础医学、临床医学和预防医学。医学科学的基础研究课题，几乎都是属于基础应用研究性质，纯理论的研究为数甚少。中国医学科学规划与计划的课题分类中，基础研究占20%左右，应用研究占60%左右，发展研究占10%左右，其他约10%，发展研究比较薄弱。按专业分，基础医学研究占20%左右，临床医学占35%—45%，预防医学占30%—35%。

医学科研规划、计划的管理 规划、计划管理从全国范围来说是宏观管理。在确定了战略目标、重点、步骤后，经过综合平衡，明确分工，再具体落实到计划课题中去。医学科学研究计划分国家、部、省自治区市及单位四级管理。①列入国家级科学技术规划中的医药卫生方面研究项目，由国家科学技术管理部门和卫生部共同管理。②列入卫生部医药卫生科技规划中的研究项目，由卫生部管理。③省、自治区、市一级的医药卫生科技规划，由省、自治区、市卫生厅(局)管理。④各医药卫生科研单位、医学院校和医疗卫生保健等单位的医药卫生科研项目，由各单位管理。

医学科研基金制 这是科研拨款方式的改革。20世纪以来，以科学基金为拨款方式，以课题为内容的管理方法，成为国家科研拨款的一种形式。卫生部自1985年开始试行科学基金制，由卫生部发布《医药卫生科研招标指南》，对科研基金资助的课题实行公开招标、自由申请、同行评议、择优支持。

科研招标的具体做法是：①组织科研招标领导小组，负责组织领导科研招标工作。②招标：划定招标范围，向全国有关单位发布科研招标指南。③投标：各单位按科研招标指南的规定要求，填写标书(包括课题目标、国内外现状和发展趋势、经济和社会效益、工作进度、工作方法和技术路线、研究人员情况等)。④评标：分门别类组织专家评标小组，严格按照择优支持的原则进行评标和选标。⑤中标：科技领导部门根据招标指南规定和专家评标小组评议意见，进行审查、仲裁。对中标的研究课题按行政隶属关系下达任务，并拨出相应科研经费。

中标研究课题的管理是属于应用研究的课题，采取签订合同的方式进行管理；对能直接产生经济效益的研究课题，可采取签订部分或全部有偿合同；对医学基础研究课题一般采取拨款资助的办法。

科学基金制的特点是：①灵活性：科研拨款不受行政系统的限制，打破条块分割，可以集中资助优秀的科学家和重要的科研课题。②学术性：评审科学基金有大批科学家参加管理，学术气氛浓，课题申请、批准不取决于行政长官的意志，而取决于同行专家对学术价值和创新思想的评价。③竞争性："计划指南"向全国招标，通过竞争择优支持。④公正性：基金会本身没有科研机构，评审工作由各学科专家组成。他们本着对国家负责，对科学负责的精神秉公办事，不得掺入任何个人、小团体或学派的意见。

医学科学技术成果与发明

中国的科学技术成果和发明由国家科学技术委员会统一管理。建国以来，经国务院批准颁发的科学技术成果奖励条例有：《发明奖励条例》(1978年12月修订颁发)、《自然科学奖励条例》(1979年11月颁发)、《科学技术进步奖励条例》(1984年9月颁发)。国家科委和国家经委联合发布了《技术改进奖励条例》(1982年2月)。

中国科学技术成果奖励有：国家科学技术进步奖、发明奖和自然科学奖3种。

(1) 国家科学技术进步奖：国家为了鼓励科技人员的创造性劳动，推动技术进步，提高科学技术的经济效益和社会效益，对一些虽然不属于发明、发现，但在科技、经济方面作出重大贡献的成果，设立国家科学技术进步奖。科学技术进步奖分国家级和部、省级。国家科学技术进步奖评审委员会下设27个行业评审组，医疗卫生是其中的一个评审组。国家科学技术进步奖根据申请奖项目的技术水平、技术难度，推动技术进步的作用，对社会或经济效益大小等加以综合考虑，然后评定授奖等级。

(2) 发明奖：发明奖是指某种重大的科学技术成就，它必须同时具备前人没有的、先进的、经过实践证明是可以应用的三个条件，也就是说发明必须具有新颖性、先进性、实用性。

(3) 自然科学奖：指在科学技术发展中有重大意义，能阐明自然现象、特性和规律的科学研究成果。在医学科学方面，主要是指在医学科学应用基础理论方面的发现或阐明某些方面的规律性，具有一定科学价值或指导应用上具有重要意义的科研成果。

医学科技成果 科技成果应该是经过实践考核或检验，证明其结论或结果是可以重复的，并经过鉴定、客观证实，为人们所承认的。医学科技成果分4种：①医学基础理论研究成果。指认识生命现象和探索疾病发生和发展规律的理论研究成果。②应用研究成果：指解决当前医药卫生的实际问题的新方法、新技术、新药械等。③技术研究成果：指为提高预防、诊断、医疗效果和科学研究水平而研制的新工艺、新产品、新材料等。④阶段性成果：即重大科学技术研究项目的阶段成果。卫生部1979年制定了《中华人民共和国卫生部医药卫生科学研究成果管理试行办法》，1984年修改为《医药卫生科学技术成果管理办法》。该条例中第2条规定科技成果的范围是：①为解决医药卫生工作中某一科学技术问题而取得的具有一定新颖性、先进性和实用价值的应用技术成果。②具有一定新颖性、先进性和独立应用价值或学术意义的阶段性科技成果。③用科学方法(传统方法和现代方法)进行中医中药或中西医结合所取得的具有实用性、科学性和先进性的中医、中西医结合研究成果。④推广、采用已有的科

学技术成果取得重大社会效益和经济效益者。⑤在科学技术管理以及标准、计量、科学技术情报等工作中取得的成果。⑥具有一定学术意义的科学理论成果。

科技成果和发明的评价 成果评价的具体标准视成果的性质而定。应用性成果主要有：①成熟程度。应有实验数据、图纸、资料、指标、科学原理、中试条件等。实验结果应有良好的重复性、科学性和创造性。与国内、国际同类成果相比效果、作用大小，要有对比材料。②成果应用范围和价值。考虑技术条件、技术配套、经济指标、资源条件、预见效果、经济效益等。理论性研究成果主要是评价其在学术上是否有创见性以及科学水平，并考虑到论证的严密性，结论的可靠性。

科技成果的鉴定和发明的评审 科技成果鉴定通常采取以下几种形式：①召开鉴定会：分为国家级，卫生部级，省、自治区、市级及基层单位等四级。②通过学术会议、年会、学会，请有关专业人员评议：理论性科研成果主要由学术会议进行同行评议。③年度或隔年进行奖励评议：由有关专家初评，再由卫生部无记名投票审定。④把科研成果寄有关部门及专家书面评议。⑤现场鉴定或专业机构进行鉴定，如新菌种、毒种、虫种等。

发明由国家科学技术委员会统一组织评审。国家科学技术委员会组织"发明评审委员会"，并按学科专业分为：农林、医药、机械、电子、化工、建筑等六个分组。三级、四级发明奖由分组评定，报发明评审委员会备案。一级、二级发明奖由发明评审委员会审定。申请人或申请单位按隶属系统逐级申报。委员会评审时，邀请所属部门参加，以便进行解说或答辩。

国家科学技术进步奖所设评审委员会下有27个行业评审组。医药卫生是其中一个组。医学科技成果经逐级上报，每年评审一次。

科学技术成果的推广 科学技术成果是物质财富和精神财富，科技成果应由社会及时推广应用。其推广的方式有：①基础理论性成果，以学术论文等形式在报刊、杂志、学术会议上介绍。②技术性成果，属于生产性的经过中试，进行工业性生产。③应用性成果，由于成果的性质比较复杂，一般采用办学习班、现场表演、杂志发表等。

技术市场 按照马克思主义劳动价值的原理，体力劳动和脑力劳动都能够创造价值，其价值在商品流通和交换过程中表现出来，技术市场是进行技术商品交换的场所。中国目前技术市场有：技术咨询、技术承包、技术转让、技术示范、技术服务、技术培训、技术引进、信息交流、技贸洽谈、新产品展销、难题招标、联合攻关、人才招聘等等多种形式。在医学科研机构和部分高等医学院内设立技术开发公司承办上述技术交流工作。

医药卫生科技工作是一种防治疾病、保护人民健康的科学技术，它所服务的对象是人，它不同于工业农业等物质生产行业。但医药卫生科技的一部分与生产有关，并以商品形态出现，如医疗器械、新药等。大体上可以认为，医药卫生技术用于人类疾病的治疗、诊断、预防等，它有社会效益而不一定直接产生经济效益。有些科学研究，虽然具有重大社会效益，但不宜进行技术转让或作为成果投入技术市场，如肿瘤调查、营养调查等。有些自人体或动物体中分离获得的物质，经过加工处理纯化后形成的产品，如各种生物制剂、诊断用品等，可以作为商品投入技术市场，其制备方法可以进行技术转让。

医学科学技术情报

现代科技情报工作，大体上从第二次世界大战后开始。50年代各国相继建立科技情报机构及专职队伍，60年代电子计算机在科技情报工作中推广应用，科技情报工作的内容和理论体系在实践中逐渐完备，成为一门独立的新学科——情报科学。情报科学推动和促进了科学技术的发展，加快了科学技术的进程，已成为自然科学和社会科学之间的一个综合学科，也是科学管理学中的一个重要组成部分。

科技情报工作的要素是：搜集科学知识；科学技术的传播和报道，或称"消息传递"；科学知识的系列化、整理加工，便于查找；特定情报知识的反馈和预测。

医学科学技术情报资料分三大类即图书、期刊和特种文献。医学科学技术图书包括专著、论述、词典、年鉴、各种手册、教科书等；医学科学技术期刊包括国内外定期或不定期的、专业或综合性期刊；特种文献包括论文报告、学术会议资料汇编、专题资料汇编、医学科学技术成果鉴定书、科学技术档案、科学家个人传记、报纸新闻材料、科学技术成果公报、声象材料等。

医学科学技术情报资料分三级。一级资料是指新技术、新知识、新发明、新创造等原始创作。二级资料是指经过加工、分类、归纳、简化、组织成为系统的材料，如便于查找的题录、文献、索引等。三级资料是指利用一、二级文献编写的专题评述、年度的学科总结、动态综述、进展、手册等。

医学科学技术情报工作特点 ①情报工作的国际化。科学技术是人类共同的财富，科学技术情报为科技界广泛应用，成为国际学术交流的重要资源。②情报工作的自动化、计算机化。它自50年代开始，60年代后半期推广应用，现已全面推行电子计算机化。③科学技术情报网络化。④情报图书工作合一。美、英、日等国采取以图书馆为主，把情报工作与图书工作紧密结合。

医学科学技术情报机构 中国医学科学技术情报机构和医学科学情报工作是近20多年发展和建立起来的。1958年成立中国医学科学院医学情报室，以后扩大充实为医学科技情报所，受卫生部委托负责全国医学科技情报图书的业务指导工作。1981年，卫生部与世界卫生组织签订了发展中国生物医学情报中心备忘录和实施计划，该所成为国家生物医学情报网络的中心点。除内蒙

古、新疆、台湾三省(区)外,27个省、自治区、市设有医学科学情报研究所,有的与当地的图书馆合一,有的情报与图书分设,有的单独设所,有的附设在医学科研所或医学会内。中国中医研究院有图书情报研究所。医学院校和研究所设情报研究室(组)。近年来,在中南、东北、华北及华东地区成立了医学情报图书协作网,加强互助合作。医学科学技术情报研究机构的主要工作分两方面:

(1) 医学图书工作:医学科技情报资料的主要来源是国内外生物医学杂志及非定期性的资料。为便于读者检索和利用,医学科学技术情报所组织有关单位从1959年和1963年起,分别开始编印两种全国性目录,即《国外科技资料目录·医药卫生分册》(月刊),每期收编论文题目6 000条;《中文科技资料目录·医学分册》(双月刊),每年报道题录2万条。

(2) 医学科技情报的研究和传播工作:包括①提供国内外医学研究的新进展、新动向。医学科学情报研究所组织出版《中国医学文摘》,已有10个分册,供医疗、教学、科研人员查阅。组织国内35个单位编辑出版定期刊物《国外医学》各个专业分册,包括:内科、外科、妇产科、计划生育、儿科、心血管疾病、肿瘤、流行病学和传染病、遗传医学、免疫学、分子生物学、生物医学工程学、药学(合成药、生化药、制剂、植物药、抗生素)、卫生学、呼吸系、神经病和神经外科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔、皮肤病、寄生虫病、放射医学、临床放射、精神病学、中医中药、生物制品、医学教育、微生物、输血及血液学、老年医学、创伤和外科基本理论问题、护理学、临床生化和检验、医学地理、内分泌、生理病理、泌尿系、消化系、物理医学与运动医学、麻醉药与复苏、社会医学、卫生经济学等,介绍国外相应专业的新进展,有综述、译文、摘要、短讯等形式,发行量达300万份。②报道国内外医学研究的新成就、新动向,供行政领导掌握了解情况。③科学技术咨询。④协助评价医学科学技术成果。⑤医学情报的业务指导与经验交流,出版《医学情报工作》、《医学研究通讯》、《国外医学情报》等刊物。并举办医学图书情报专业人员的训练班,开展医学情报咨询工作。⑥声象情报工作。摄制一些专业和多种科技资料录象片、国际性学术会议的专录,并出版《全国声象资料联合目录》等。

医学科学技术的国际合作和交流

科学技术是人类的共同财富。各国科学技术都有其优点和长处,一切长处都要学习,以增强自己自力更生的能力。开展国际间的科学技术合作和交流,学习、吸收、消化国外的科学技术是发展中国科学技术,推进中国经济和社会发展的重要途径。

中国医学科学技术国际合作的历史 建国初期,中国主要与苏联、东欧各国进行科学技术交往。1957年中国和苏联签订了中苏科技合作122项,其中有关医学方面有自然疫源性疾病、药用植物、抗生素等项目。协作方式主要是相互考察,派遣专家,交换技术资料、种子、菌种等。与东欧各国也签订了双边科技协定 1966年前,中国在医学卫生方面开始与工业发达国家以及第三世界国家交往,参加一些大型的国际学术会议。与发达国家偏重于友好往来,与第三世界国家侧重于援外医疗。1972年,中国恢复了世界卫生组织的合法席位。随着与美国、法国、联邦德国、日本等国实现了关系正常化,医学科学技术交流活动也得到相应发展。1976年以后,政府间科学技术合作和民间科学技术交流都得到了进一步发展。在中央提出坚持四项基本原则,坚持改革开放政策的指引下,科学技术合作交流的内容更加广泛,方法灵活多样。医学科学技术合作,在自力更生为主、争取外援为辅的前提下,从实际出发,学习、吸收、消化国外先进的和对国内适用的科学技术和科学管理经验,为发展中国科学技术和国民经济服务。

医学科学技术的国际合作和交流的途径 根据中国国情,医学科学技术合作除了增进与各国科学家的友谊往来,扩大中国医学科学技术在国际上的影响外,医学科学技术合作的重点是:引进先进技术,加快人才培养 合作和交流的途径有:

(1) 政府间医学科学技术合作与交流:1978年以来,中国政府同美、英、法、联邦德国、日本、意大利、芬兰、丹麦、比利时、希腊、挪威、荷兰、澳大利亚等国政府签订了协定,其中美、英、法、日本、联邦德国、意大利、比利时等政府协定中均有卫生科学技术的合作项目。1979年中华人民共和国卫生部与美国卫生和人类服务部签订了医学卫生科学技术合作议定书。中美医学科学合作包括传染病和寄生虫病、肿瘤、心血管病、公共卫生和卫生服务、免疫学、精神卫生、遗传学、药物和食品卫生、计划生育、医学情报等10个领域。通过互派专家访问、现场调查、进修学习和学术活动等方式,进行广泛的合作和交流。卫生部与联邦德国政府青年、家庭、卫生部于1980年5月签订卫生合作协定,内容包括药用植物、显微外科、器官移植和灼伤等。此外,卫生部还与法国、丹麦等国家政府签订了合作协定。

(2) 与世界卫生组织(WHO)的多边科学技术合作:包括①推荐各学科的医学科学家参加WHO的专家咨询团和顾问委员会,已得到聘任的有85名。②已有20多个领域50多个单位被指定为WHO的合作中心。③用WHO提供的奖学金,派进修生到国外进修。④在中国举办讲习班或训练班。⑤派考察组到科学技术比较先进的国家进行考察。⑥在中国举行国际学术讨论会,包括由中国召开、请WHO有关专家参加的学术讨论会,WHO在中国召开或WHO与中国联合召开的学术讨论会。⑦中国派科学家参加WHO总部或地区办事处召开的专业会议或训练班。⑧邀请国外科学家来华讲学。⑨共同调查、共同合作的研究题目。⑩中国有关单位承担WHO合作

服务的项目。

卫生部与联合国开发计划署、联合国儿童基金会合作交流的项目，通过WHO负责具体实施

（3）高等医学院校与国外相应院校建立校际联系：上海医科大学与美国哈佛大学公共卫生学院、麻省理工学院医学中心，武汉同济医科大学与联邦德国慕尼黑大学、海得堡大学医学院、埃森大学医学院，华西医科大学与加拿大多伦多大学，北京医科大学与加拿大麦吉尔大学医学院，上海第二医科大学与法国巴黎第五大学、日本大阪齿科大学，苏州医学院与日本名古屋保健卫生大学医学部等均分别建立了校际联系。其他医学院校也与国外有关院校建立了国际科学技术合作关系 校际交流合作的方式灵活多样，如交流资料、互派代表团、帮助建立实验室、提供奖学金、协助提供科技仪器设备、帮助培训干部等。

（4）民间的医学科技合作与交流：医学科学学术团体如中华医学会及其专科学会经常组织医学家、派出代表团参加各个专科的国际学术会议，组织医学家出国讲学或派出进修学习，同时也接待外国医学家来华进行学术活动。医学科学界还通过友好城市的交往，请来华旅游的医学家在国内参观访问、作学术报告等方式进行广泛的学术交流

（5）利用各种基金会进行合作与交流，资助开展科研活动，提供科研设备等。

（6）与世界银行的往来：自1981年起，世界银行通过贷款方式对卫生部直属医学院校、中国预防医学科学院等单位提供人员培训和购置先进仪器的贷款，并派遣专家来华办讲习班和进行学术活动。

（7）与国外一些公司、企业和商社的往来：中国医疗卫生服务公司与外国60多个机构密切合作，开展各项业务活动；在医学科技方面进行学术交流，组织专业人员讲学、进修及考察等活动，并接受赠送的医学仪器。

（8）与国外医学科学家之间的合作联系：一些科研单位和高等医学院校通过老科学家或进修回国的科技人员，牵线搭桥，在原有基础上，在双方互利条件下，进一步合作交流

通过上述各种途径，促进了中国医学科技的发展，加快了人才培养，引进和推广了新技术，发展了一些新的学科，同时扩大了国际影响。

疾病控制

传染病控制

传染病控制

传染病(communicable disease)是指由有致病性的各种病原体或毒素从受感染的人、动物、或宿主传染给易感者所引起的疾病。其中由原虫和蠕虫所致者称为寄生虫病。构成传染病传播或造成传染病流行的三个环节是:传染源传播途径和易感人群。每种传染病都有它特定的病原体和特定的传播途径。病原体经一定传播途径进入人体后,根据其致病力的大小和机体的特性,可以造成显性感染(有临床表现)或隐性感染(成为带菌者、带病毒者或带虫者,也可以查不出病原体);病原则也可以通过机体后排出,不感染。因此切断传染病发生的三个环节中任何一个环节,可以预防传染病的发生。常见的传染病有呼吸道传染病、肠道传染病、接触媒介传染病和生物媒介传播的传染病。控制这些传染病应从管理传染源、切断传播途径和保护易感人群着手。

传染过程

传染过程(infection process)亦称感染过程,指病原体进入宿主体内,并在其组织内孳生、繁殖,而机体防御、免疫、抵抗的过程。许多单个宿主的个体组成群体,因此个体的感染过程是传染病群体现象的基础。感染可以产生临床症状,也可不产生症状。流行病学不仅研究病人,也包括研究无症状的感染者,即着眼于传染过程。

传染是生物的寄生现象,与寄生物和被寄生的宿主两方面的条件有关。

首先,各种病原体的致病力是不相同的,即使同种不同株的病原体致病力亦不同,感染后宿主的病情轻重不一。从宿主的角度来看,不同的个体对同一病原体的反应亦不相同,其表现相差很大。所以感染后宿主的表现可以从无症状的隐性感染至死亡,在这两个极端之间有很多个等级。

感染剂量的大小影响临床表现的严重度。病原体的剂量愈大,毒素的产量愈多,临床症状愈显著,如嗜盐菌及肉毒杆菌所引起的食物中毒。此外在宿主体内不能繁殖的寄生虫,感染的数量愈大,临床症状亦愈显著。感染剂量小可成为无症状的感染者,他们在寄生虫病的传播上起重要作用。

细菌、病毒、立克次体及原虫感染后在宿主体内繁殖,引起临床症状的轻重不仅与感染剂量有关,还取决于病原体繁殖的速度,以及克制病原体的特异性抗体产生的速度。如繁殖的速度大于抗体产生的速度,则感染剂量虽小,仍可产生严重的症状。反之,抗体产生的速度快,不待症状充分发作,病原体即可遭到抑制,遂表现为轻型或亚临床型。

病原体由于所需的营养条件和代谢机制不同,各有其不同的定位。特异的定位表现特异的症状及特有的排出途径。特异的症状有助于诊断,而特有的排出途径则影响疾病的传播过程及流行过程。

在传染过程中,病原体和宿主相互影响,病原体的归宿十分复杂。它可以在体内繁殖与机体的抵抗力并存,如白喉、伤寒的恢复期带菌者。也可以是病原体在体内既不能任意繁殖,机体也不能将其清除,病原体和宿主抵抗力成平衡状态,如结核菌感染。当机体抵抗力下降时,体内的结核菌又趋活跃。此外,病原体亦可因宿主死亡而与之同归于尽,或在宿主的特异性免疫作用下,不能继续生存。但是病原体的种属之所以能延续,它们必须离开宿主,特别是不少寄生虫的生活史,一部分必须在宿主体外完成,必须离开宿主更换新宿主才能维持其种属延续。

传播过程

传播过程(transmission process)指病原体自离开感染的机体起至进入易感者体内的整个过程。即由病原体从宿主排出,在外环境中停留,再侵入新的宿主,在宿主之间直接地或通过媒介物——生物或非生物相互传播。传播过程与传染过程共同构成传染病流行过程的基础。

病原体自感染的宿主——传染源(人或动物)排出。作为传染源的人包括有临床症状及无临床症状的感染者、长期及临时带菌者。以动物作为传染源的是人畜共患传染病。其中有些传染病,人传人的机会很小,如布鲁杆

菌病、钩端螺旋体病、狂犬病等，动物是主要的传染源。又如日本血吸虫病、乙型脑炎等可以在人间、畜间、人畜之间相互传播，则动物和人均可作为传染源。

病原体离开宿主的途径与病原体在其体内的定位有关。肠道传染病的病原体定位于肠道，病原体随粪便排出；呼吸道传染病病原体定位于呼吸道，在病人咳嗽、打嚏、说话时随呼吸道分泌物由口、鼻喷射于空气中。疟疾、乙型脑炎、流行性斑疹伤寒的病原体出现于感染者血液中，通过吸血节肢动物吸血才能离开宿主。此外还有一些病原体定位于体表(皮肤、粘膜)，随着皮屑或分泌物排出，如癣、沙眼等。

一般传染病的病原体只能暂时离开宿主，长期离开后不能繁殖则趋向消灭。

病原体离开机体后，经一定的途径传给新宿主。传播的途径取决于自机体排出的途径。如伤寒、霍乱、甲型肝炎等消化道传染病的病原体经粪排出后，污染环境，可经水、食物、手、杂物等传播。由呼吸道排出的病原体经飞沫、空气传播。经吸血节肢动物离开宿主的病原体，在节肢动物体内繁殖或发育至新的生活阶段，再经吸血注入新的宿主。体表传染病则由直接接触或经被污染的衣帽等杂物传播

病原体不同的传播途径，构成不同的流行过程特征。

经水传播 经水传播的后果，与病原体在水中存活久暂、污染程度与稀释程度等因素有关。如霍乱、伤寒、菌痢等，可因水传播造成暴发。经水传播的流行过程，患者不拘年龄、性别、职业，凡饮水量大者得病较多，当水质净化后，流行或暴发即趋平息。

经食物传播 经食物传播的病原体颇多，包括伤寒、副伤寒、霍乱、菌痢等肠道传染病的病原体；一些寄生虫卵或寄生虫的蚴虫，如蛔虫卵、绦虫的囊蚴，以及经呼吸道排出但在环境中生存时间较长的病原体。经食物可致多种传染病的传播。有时可以造成暴发。1988年初受染毛蚶曾引起上海甲型肝炎暴发，患者甚多。受害者多少，取决于进食毛蚶的人数及污染病原体的数量。

经飞沫及空气传播 讲话、咳嗽、打嚏时涎点射出，口腔中有细菌时，较大的飞沫无不含细菌，细微的飞沫含菌量较少，但病毒更小，故小的飞沫中仍可含甚多的病毒。飞沫在空气中的时间甚短，其传播主要在近距离内完成，特别是在宿主体外生存短暂的病原体，如流行性脑脊髓膜炎需密切接触才能传播成功，因此该病流行与居室人口拥挤有关。经飞沫传播迅速，尤其对潜伏期短的传染病，如流行性感冒，病例很快相继发生，可迅速造成暴发或流行，亦可在不长的时间内演成世界大流行。

当飞沫的水分蒸发干后，其核心在空气中飘扬，而后被人吸入，这便是飞沫核经空气传播。飞沫及飞沫核亦可使人污染自己的手，或落入食品和水中。所以从呼吸道排出，抵抗力较强的病原体，除通过飞沫、空气传播外，还可以通过手、食物、水及杂物传播。

经手及杂物传播 病原体经过肠道、呼吸道或由体表排出，污染手和杂物的机会极多。手的传播十分频繁，可不断地将脏物送入口中。日常生活用品，如衣服、毛巾、被褥、食具、玩具等均可沾有病原体，造成传播。

通过吸血节肢动物传播 蚊是一个重要的传播媒介，疟原虫在蚊体内交配经繁殖产生孢子体，微丝蚴在蚊体内仅发育不增殖，可能有部分死亡。如能促使蚊的寿命缩短，则可控制此病的传播。脑炎、黄热病等病毒亦经蚊吸血传播。虱、蚤、蜱、螨均可通过吸血传播病毒、立克次体、螺旋体和细菌性疾病。由于节肢动物生存繁殖有一定的地区性和季节性，为此吸血节肢动物传播的传染病的流行过程常有地方性和季节性的特征。

病原体经不同途径离开宿主，经多种途径传播进入新的宿主，完成传播过程。不同的传播过程构成具有不同特征的流行过程。

流行过程

流行过程(epidemic process)系指疾病在人群中发生和消长的过程，表现为疾病发生在时间、空间及不同人群组的频率分布。其特征一般用散发、暴发、流行、大流行表示。时间分布的特征用季节性、周期性、长期变异等表示，疾病地区分布的特征用地方性、外来性等表示。

一系列互相联系，相继发生的疫源地构成了传染病的流行过程。其各种表现受流行赖以产生的基础——病因、宿主、环境三要素所制约。

生物的、化学的以及物理的致病因子由于其性质不同，所引起疾病的流行过程特征亦异。但是，即使同一类型，如同为生物学因子，甚至同为某一病原微生物，若其生物学特性略有差异，则可使其流行过程的特征改变。如同为霍乱，早年多次演成世界大流行，病死率极高，近年发生霍乱的国家很多，然而大都限于某些地区，临床症状较轻，病死率低。因为今昔流行的霍乱弧菌的生物学特性不完全相同，其致病力不同，以致临床表现和流行过程的表现亦不同。

宿主先天的以及后天获得的不感受性，对疾病的流行起着重要的制约作用。易感者的多少决定疫势的高低及延续的久暂。当传染病流行时，将人群中多数易感者变为免疫者，则流行终止；普种牛痘，使天花在世界范围内消灭。此外，宿主的年龄、性别、民族、遗传等因素均可影响宿主的感受性，从而影响流行过程。

自然环境包括气候、地理、土壤、水质和动植物等。气温不仅影响媒介昆虫本身的繁殖、发育，还可影响病原体在其体内的发育和繁殖的速度。因此由媒介昆虫传播的疾病的流行过程有明显的地区性和季节性。血吸虫病流行区的湖滩常有感染性钉螺，其体内蓄积大量尾蚴，但无机会释放，在暴雨后，久旱逢雨，湖滩水位暴涨，此时尾蚴得以大量逸放，如果这时从事涉水抢收、抗洪救灾等活

动，则将引起急性血吸虫病的暴发。又气候、土壤及植被可影响鼠类的繁殖、生长和活动，从而影响钩端螺旋体病流行过程的季节和地理分布特征。

社会环境包括人的生产及生活活动、居住条件、人口移动、社会灾害、风俗、习惯、宗教、经济、文化、卫生设施等，这些对流行过程的影响更为重要。大规模的人口流动能促使疟疾、流行性脑脊髓膜炎等传染病的流行。某些癌症的高发区，可能与习惯食用霉菌污染的食物有关。社会因素可使流行过程诸因素趋于活跃或将其抑制；使疾病扩展或使之趋于消灭。

疾病流行有以下几种类型：

散发(sporadic) 系病例发现稀少，而各病例之间在时间与空间上没有明显联系的一种流行过程的表现。原因是由于许多无症状病例的存在，使原来彼此有联系的病例之间的联系不能显示出来，例如脊髓灰质炎和流行性乙型脑炎，隐性感染的数量远远超过显性感染者，所能发现的病例稀少而无联系，呈散发性。当人群中易感者少，造成感染的机会不多时，如一个传染病流行过后，或广泛进行有效的预防接种之后，该病发病人数稀少，也呈散发状态。此外，在人与人之间不能传播，仅偶然由动物波及于人的动物传染病，在人群的病例之间，不可能找出联系，如炭疽、布鲁杆菌病等也呈散发状态。一些不易传播，潜伏期又长的传染病也呈散发性，如麻风、狂犬病等。发病率低的慢性病，如癌、糖尿病、白血病等均呈散发性发病。

暴发(outbreak) 系指突然发生。在一个集体，在一个短暂的期间，突然发生许多同一种疾病，称为暴发。多数人同时食用或饮用污染的食物、水或牛奶所造成的感染，其发病往往呈现暴发现象。暴发规模的大小与污染的程度及暴露人数有关。在同源一次暴露的情况下，暴发病例发病时间分布的幅度，就是该病潜伏期变动的幅度。如血清性肝炎的潜伏期变动幅度大，其暴发过程所历日期中第一例至最后一例发生时间相距的幅度亦大。暴发流行过程的长短还取决于污染存在的久暂，易感人数的多少，暴露是否重复和继续，该病能否辗转相传等条件。

流行(epidemic) 是与过去一般时期疾病发生情况相比较而言的。当一个人群中每一单位时间的新病例急剧增多，发病率显著的高于该病散发水平时，可谓发生流行；对多年不发生或从未发生过的疾病，仅发生少数病例亦可称为流行。对常见病，当发病超过15年平均发病率3—5倍以上时称为流行。流行不以传染病为限，如近年肿瘤和冠状动脉病在某些国家大量增多，亦可称为流行。有许多传染病发生的高峰在每年有一定季节性，称为季节性流行。在大都市一些呼吸道传染病，在未采取有效措施的情况下，每隔一定年限发病呈周期性升高，称为周期性流行。造成流行的原因可由于人群共同暴露于某项致病因子，或由于易感人群的累积。一个广大人群的流行高峰，往往是由许多局部的小的暴发或流行综合而成。

在一定时间内，某病发病率大大超过了该地区历年的发病水平，且迅速蔓延，可以波及全国以至数国、数洲，则称为大流行。例如霍乱的大流行曾波及亚、欧、非洲，称为霍乱的世界大流行。

疫源地

"疫"指传染性疾病。疫源地(epidemic focus)是传染性疾病赖以相继发生的基础，是传染源排出病原体，并向周围散播的场所，其散播所及的地区称为疫源地。疫源地的范围因传染源的活动范围及传播途径的特性不同而各异。确定疫源地的范围，可以使防疫工作的实施有的放矢。

疫源地总是在前一个疫源地的基础上继续产生的。一系列的、相继发生的、相互联系的疫源地构成了传染病的流行过程。单个疫源地称为疫点，多个疫源地连接成片，范围较大时称为疫区。

消灭疫源地可以阻断下一个疫源地的产生，从而控制疫势的扩大，降低发病率，甚至消灭传染病，是传染病防疫措施中的重要一环。消灭疫源地必须在疫源地的流行病学调查的基础上进行。调查包括，找出各种类型的传染源；调查其传播方式，确定易感者，以便对其采取适当的措施。必须具备以下条件才能认为疫源地已经消灭：①传染源不复存在，如病人已住院、痊愈、迁移或死亡；若为动物传染源，则动物已被杀灭、治愈或移去。②外环境中的病原体已被消灭。③经过该病的最长潜伏期，在接触者中未发生新病例。

地方性

地方性(endemic)系指一种疾病总是在一个地方发生，或一个人群、一个动物群中发生。在地方性地区，新病例是在本地区产生的，不需要从外地输入传染源、病原体或有感染性的中间宿主。

疾病的地方性可以是由于媒介生物或中间宿主生态学要求，生长地带呈地方性所致。如疟疾、丝虫病、血吸虫病、姜片虫病等。或由于疾病病原体的生态学特性需要一定的外环境方能生长、发育，因而造成疾病分布的地方性，例如钩虫病。有些地区因水土和食物中缺乏或存在过多的生理代谢所需的元素而造成一些疾病的地方性，前者如地方性甲状腺肿，后者如氟骨症等。上述疾病的地方性均由于受自然因素影响，亦称为自然地方性，由此所引起的疾病称地方病。

在地方性的疾病中，有些动物传染病，在当地具备病原体在动物间生存传播的自然条件，无须人类参与在动物间辗转使之世代相传，偶可波及于人，如鼠疫、森林脑炎、布鲁杆菌病等，称为自然疫源性疾病。

有些疾病在某一地区或人群中经常发生，但与自然

环境无明显关联,如细菌性痢疾、流行性脑脊髓膜炎等,也称为地方性或称为统计学地方性。

疾病的地方性表现,在一定的条件下可转化为暴发或流行,例如疟疾、血吸虫病、细菌性痢疾等呈地方性的疾病,在传播有利的条件下,可促成该病由地方性转化为暴发流行。

潜伏期

潜伏期(incubation period)是指机体暴露于致病因素至出现临床表现或被发现(即被诊断)疾病之间的一段时间,致病因素可以是生物性(细菌、病毒、寄生虫等)、化学性和物理性的。非传染性疾病的潜伏期有人称为潜隐期(latent period),例如肿瘤与心血管疾病等,有些疾病是由多种因素引起的,暴露时间有长、有短,甚至是间歇性的,各种因素间有主次之分,也不一定同时存在,故在具体计算时尚有一定困难。

各种疾病的潜伏期极不一致,可以由数小时,数年,甚至数十年不等,但同一种疾病潜伏期的变异幅度比较恒定,例如伤寒,潜伏期为12—14d,但也可短至3d,长至42 d。

潜伏期调查 要了解潜伏期的确切长短,必需调查人体暴露于致病因素的时间至该人发病之间的时间。暴露时间指一次暴露或多次反覆暴露,后者应记录首次暴露时间。非传染性慢性病的潜隐期较长,如肿瘤一般认为有两个阶段,即始动(initiation)和促癌(promotion)阶段,故在调查时,要追问青壮年,甚至少年期可能的暴露因素、生活习惯及嗜好等。

潜伏期模式 观察某种疾病潜伏期的模式,常以成群病例资料为依据,成群病例潜伏期一般为偏态分布,以其中对数正态分布为常见(图 1)。

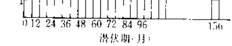


图1 强直性脊椎炎放射治疗后引起白血病潜伏期分布

潜伏期计算方法 由于潜伏期多为对数正态分布,故在计算时以中位数、百分位数及几何平均数等较为合适。

(1) 中位数法:是一种表示集中趋势的指标,适用于偏态的变量分布。公式如下:

$$m_d = L + \frac{H}{f}\left(\frac{n}{2} - C\right)$$

m_d为中位数

n为总频数

L为中位数所在组下限

f为中位数所在组之频数(例数)

H为中位数所在组的组距。

C为中位数所在组之前一组的累计频数(例数)

(2) 百分位数法:适用于偏态分布的大样本。

公式如下:

$$P_i = L + \frac{H}{f}\left(\frac{n_i}{100} - C\right)$$

P_i为第i百分位数,其余符号同上,但将"中位数所在组"改为"第i百分位数所在组"。例如i百分位数为50%点,即为平均潜伏期所在点。

(3) 几何平均数法:先将潜伏期的具体天数换成对数,使偏态的潜伏期分布转换成对数的正态分布,然后再求其对数的平均数,该平均数的反对数为几何平均数,即平均潜伏期。

$$平均潜伏期 = \lg^{-1}\frac{\sum(潜伏期的对数 \times 频数)}{N}$$

N = 总人数

潜伏期的离散度,常用分散因素(dispersion factor)指标来衡量,分散因素相当于正态分布时的标准差,即$S = \sqrt{\dfrac{\sum fx^2 - \dfrac{(\sum fx)^2}{N}}{N-1}}$。由分散因素乘平均潜伏期可得一个上限,除平均潜伏期可得一个下限,上下限之间的幅度包括全部观察值的68%。分散因素不受潜伏期长短影响。如分散因素<1.2,提示该疾病的潜伏期变化较小,多见于传染病,例如水痘、麻疹等。

(4) 图解法:按疾病出现日期顺序的频数计算各潜伏期的累积百分比,逐点绘在对数机率格子纸上,将各点用目测法配合一条斜直线(在绘直线时尽量注意50%点的上下数点),从纵坐标50%处绘一条与横坐标平行的直线,当它与斜直线相交处再绘一条与纵坐标平行的直线,此直线在与横坐标相交处的读数,即潜伏期的估计中数。从图可见Wilson病(进行性豆状核变性),中国病例平均潜伏期为14.5岁,而英国病例发生在14.7岁(见图2)。

分散因素计算时,在纵坐标上寻找16%和84%两点,以此两点各引一条与横坐标平行的直线,与图中的斜直线相交,再由此两点各引一条与横坐标垂直的线,在横坐标上读出两点之数值,然后将此两值转换为对数,此两个对数差的半数值的反对数即为图解法的分散

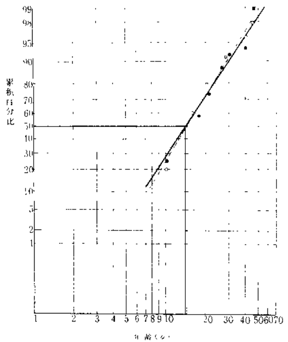


图2 Wilson病潜伏期计算图解法

◦代表英国病例

◦◦◦◦◦◦英国病例平均潜伏期估计中数14.7，分散因素1.65

· 代表中国病例

…… 中国病例平均潜伏期估计中数14.5，分散因素1.60

因素。

潜伏期变异原因 各种疾病均有其特有的潜伏期，即使如此，同一种疾病的潜伏期也有一定幅度的波动，主要原因为：①致病因子的种(株)不同：如间日疟原虫引起疟疾的平均潜伏期为14 d，恶性疟原虫引起的为12 d，三日疟原虫引起的为21 d。②致病因素的剂量不同：在一般情况下，致病因素剂量大，其潜伏期短，病情严重，例如毒素引起的食物中毒与剂量大小关系密切。寄生虫病(血吸虫病、钩虫病等)潜伏期亦与感染剂量有关。但有些传染病如麻疹、水痘等病毒性疾病其潜伏期与感染剂量无关。日本广岛原子弹爆炸后，距原子弹爆炸点越近，白血病的发病率越高，潜伏期(即潜隐期)也短。③病原体侵入宿主部位不同：侵入部位不同在宿主体内的行径也不同，故潜伏期长短不一。例如破伤风的潜伏期从3 d至1月或更长，因破伤风毒素沿着神经移动，到达中枢神经时才发病，因而伤口离中枢神经的远近影响潜伏期长短。伤口在头部，潜伏期中位数为6.59 d，肩、胸及上腹部为7.88 d，手为10.14 d，足为11.72 d。④宿主免疫状态：如宿主对该病具有部分免疫力，则感染后潜伏期延长，病情也较轻。例如儿童在接受丙种球蛋白后感染麻疹，潜伏期长达28 d，症状亦较轻。

潜伏期用途 掌握疾病的潜伏期在预防医学工作中有重要意义：①可掌握疾病流行过程的特征：一般潜伏期短的疾病，流行时来势凶猛，常呈暴发型，病人多，但平息也快，如流行性感冒。潜伏期长的疾病，病例出现连绵，流行过程拖延，形成缓慢的持续性流行，如乙型肝炎。②可推测暴露于病原体的时间：如某单位发生食物中毒，推测可能与饮食有关，但与哪一天、哪一餐有关则可假定呈对数正态分布，从理论上可获得一个估计其共同暴露点的公式：

$$a=(b_1b_3-b_2^2)/(b_1+b_3-2b_2)$$

a为欲求的共同暴露时间

b_2为发病时间的估计中位数

b_1、b_3各为图解法中16%与84%相对应横轴上点的读数。

由于b_1、b_2、b_3均可从潜伏期分布的图解法中获得，代入公式后即可知a的具体日期。③有助于进行发病机制研究：一种疾病有固有的潜伏期范围，在一般情况下其变异幅度是较恒定的，故可利用潜伏期来研究发病机制。④在传染病防治工作中应用：例如根据潜伏期可以确定预防接种或药物预防是否有必要，接触者是否需要被动免疫。例如麻疹在潜伏期头5 d进行被动免疫可制止发病，5 d以后至9 d只能减轻症状，9 d以后就无保护作用，不必再接种。⑤用于评价措施效果：根据该病的常见潜伏期，结合其发病率的变化，如发病率很低甚至无人发病，说明此措施是有效的。此外根据疾病潜伏期的长短，确定对该病接触者留验或检疫所需的时间。一般以该病的最长潜伏期计算，也可以常见潜伏期再加1—2 d。

病例搜索

病例搜索(case tracing)是指在传染病防治中，对尚未发现的传染源的搜索，以期及时发现，控制传播的一项措施。

传染病患者，通常为该疾病的传染源。因他们体内存有大量有毒力的病原体，往往在排出病原体时伴有一些症状，如菌痢及肠炎病人的腹泻使在肠道内的细菌排出；百日咳病人的咳嗽使在呼吸道内的细菌排出。不少疾病的早期，病人的症状尚不明显、不典型，不易被诊断，但此时病人排出病原体往往最多，传染性最强，在传染病的传播中起着重要作用。有些临床症状很轻、甚至没有症状的感染者，或轻型病人，也能排出病原体，传播疾病。因此，通过病例搜索，早期发现上述病人，不但有利于患者及早治疗，防止疫情扩大，缩小流行的规模，甚至可控制或消灭该传染病的流行。有些不是以人类为主要传染源的疾病，如狂犬病、恙虫病等，早期发现病人虽对控制流行作

用不大，但也可以使病人得到早期治疗，早期康复，减少死亡。

早期发现传染病人，主要通过以下四种方式进行。①普查：无论在平时或疾病流行时，在一定地区或一定人群中，通过普查能发现新病人及病原携带者。②接触者医学观察：疾病流行时，接触者与传染源有过密切接触，如接触者为易感者，便有受感染的可能 对接触者进行医学观察，可以早期发现病人。③健康检查：通过有计划的对集体单位进行健康检查，可以早期发现病人。如把易感者集中的单位，如托儿所、幼儿园、小学等机构作为重点预防对象，提高保育人员和保健老师的防病知识，加强和家长的联系和合作，了解小儿和传染病的接触史，加强晨间检查，可以及时发现病人。新生入学和新兵入伍要加强体检，特殊职业人群如饮食行业、服务行业，进行定期健康检查也是早期发现新病人的一个重要措施。④检疫：通过国境卫生检疫、疫源地检疫和交通检疫常能早期发现病人。

传染病报告

传染病报告是根据第七届全国人民代表大会1989年2月21日公布的《中华人民共和国传染病防治法》进行的。当发现该法中所规定的传染病或各地区补充规定的传染病时，由医务人员或义务报告人在规定的时间内按程序向所属地区的卫生防疫部门作报告。该法将发病率较高、流行范围较广、危害比较严重的甲、乙、丙三类35种传染病列为法定管理的传染病（见"传染病防治法"条）。

传染病报告是疫区处理的前提，卫生防疫部门只有及时、全面、准确地掌握疫情，才能尽快地进行流行病学调查和疫区处理。疫情资料按规定应定期上报，它是上级防疫部门了解疫情动向的重要资料。对本地区疫情资料的逐年定期分析是掌握本地区疫情动态和评价防疫措施效果的重要根据，同时它又是流行病学监测的基础资料之一。

传染病报告要求做到及时、完全、准确。

流行病学工作者在疫情工作方面的任务是：①认真贯彻全国以及各地区所规定的疫情报告制度，并负责指导有关人员定期进行转报、分类、登记及统计等一系列的疫情管理工作，使之在防疫工作中发挥应有的作用。②对负责所辖地区的疫情工作质量，应经常组织疫情工作质量的监督检查（包括医疗单位和居民的疫情报告工作及疫情报告组织），以查明降低疫情工作质量的具体原因，提出改进方法。

鉴于传染病报告在实际防治工作中的重要作用和在科学研究方面的巨大价值，有些地区对某些非传染性疾病也实行报告制度。例如，北方冬季容易发生一氧化碳中毒，所以有些省把它列为报告病种，以便及时抢救。有些省把食物中毒列为报告病种也是同样的目的。近年来人口平均寿命延长，心血管疾病、恶性肿瘤在死因中的比例逐渐增加，为了便于对这些疾病进行研究，有些地区已分别制订了有关这些疾病的报告制度，对于掌握这些疾病的全貌十分有利。

医学观察

医学观察（medical inspection）指允许某些传染病的接触者照常从事工作和活动，但每天要由医务人员了解其健康和饮食情况，进行必要的体格检查和化验，注意该病的早期症状和体征，以便从这些人中早期发现病人一旦发现，及时隔离治疗，防止疾病经这些人进一步传播。凡与易经某些传播途径实现的传染病（如主要是经空气飞沫传播的流行性感冒和经生活接触传播的细菌性痢疾等）的传染源密切接触过的健康人，如果是易感者就有可能得到感染，经过一定的潜伏期而出现症状，使该病进一步传播，为了防止传染病的继续传播，根据各种传染病的特点，对接触者中的易感者除了积极采取预防接种或药物预防等措施外，对甲类传染病（霍乱、副霍乱和鼠疫）的接触者要实行留验措施，对某些乙类传染病的接触者要进行一定期限的医学观察，以便早期发现病人，早期隔离、诊断、治疗，从而控制疫情发展。但接触者仅有发展成为病人的可能性，并不等于就是病人，所以对接触者采取的措施，不能和对病人的措施一样，在他们没有发病的征象时，不能限制他们参加日常工作和活动。医学观察的期限，根据不同传染病的病种而有所区别（见表）。一般自最后接触日算起，至相当于该传染病的最长潜伏期为止，如流行性感冒为3 d，白喉和细菌性痢疾为7 d。有些传染病（如流行性乙型脑炎、恙虫病、丝虫病和疟疾等）要通过一定种属的节肢媒介动物传播，有的病原体要在节肢动物体内经过一段时间的增殖或完成其生活周期中的某一阶段，才具有传染性，一般无直接人传人的现象，这种传染病的接触者不需要进行医学观察。

传染病的潜伏期和接触者检疫期

病名	潜伏期		接触者检疫期
	一般	最短—最长	
天花	12 d	5—16 d	立即种痘留验 14 d
腺鼠疫	3—4 d	1—12 d	留验 6—9 d，药物预防，补种菌苗
肺鼠疫	1 3 d	数小时 3 d	同腺鼠疫
霍乱、副霍乱	2—3 d	数小时—6 d	留验 5 d，在此期间粪检连续二次（每日一次）阴性后，解除留验，阳性者按病人隔离
伤寒	12—14 d	3—42 d	医学观察 23 d
副伤寒	6—8 d	2—15 d	医学观察 15 d

续表

病名	潜伏期		接触者检疫期
	一般	最短—最长	
细菌性痢疾	1—3 d	数小时—7 d	医学观察 7 d
阿米巴痢疾	14 d	2 d—数月	不需检疫
病毒性肝炎	甲型 3—4 周 乙型 60—160 d	 15—50 d 18—205 d	医学观察 45 d
脊髓灰质炎	7—14 d	3—32 d	医学观察 20 d
流行性感冒	1—2 d	数小时—3 d	医学观察 3 d
麻疹	10 d	7—21 d	易感者医学观察 21 d，对接受过被动免疫者医学观察 28 d
流行性脑脊髓膜炎	2—3 d	数小时—7 d	医学观察 7 d
白喉	5 d	1—7 d	医学观察 7 d
百日咳	9 d	2—23 d	易感者医学观察 14 d
猩红热	2—4 d	1—12 d	医学观察 7—12 d
水痘	15 d	10—21 d	易感者医学观察 21 d
流行性腮腺炎	18 d	8—30 d	易感者医学观察 30 d
流行性乙型脑炎	14 d	4—21 d	不需检疫
钩端螺旋体病	10 d	4—20 d	同上
森林脑炎	14 d	8—30 d	同上
出血热	15 d	7—46 d	同上
恙虫病	6—8 d	5—13 d	同上
布鲁菌病	14 d	2—60 d	同上
流行性斑疹伤寒	12—14 d	5—21 d	彻底灭虱，医学观察 14 d
虱传回归热	8 d	2—14 d	彻底灭虱，医学观察 8 d
炭疽	1—3 d	12 h—12 d	医学观察 12 d
狂犬病	12—99 d	12 d—5 年	不需检疫，被可疑狂犬咬后注射疫苗
间日疟 恶性疟 三日疟	14 d 12 d 30 d	10—20 d 有时 8—10 个月 9—16 d 14—45 d	不需检疫
丝虫病	班氏丝虫约 1 年 马来丝虫约 3 个月		同上
黑热病	3—5 个月	1 个月—2 年	同上

就地诊验

就地诊验是对来自某检疫传染病或国际监测传染病疫区，或接触过这种传染病的感染环境的人，仍允许其继续旅行，但为了能及时发现他们中是否感染该病，指定他们按照规定的时间，到就近的卫生检疫机关或者其他医疗卫生机构去接受诊察和检验；或者上述机构派人到他们的所在地进行诊察和检验。为了缩短对来自疫区旅客健康情况的询问时间，将"旅客健康申明卡"发给入境旅客填写。给检疫传染病或国际监测传染病的密切接触者签发就地诊验记录簿。还将"就诊方便卡"分别发给或有选择地发给入境旅客，如果在 3 周内有发热、皮疹、腹泻、呕吐、黄疸或淋巴结肿大者，可持卡片到就近医疗机构优先诊治。医师发现有疑似检疫传染病或国际监测传染病时，有责任向当地防疫或检疫机关报告，采取必要的卫生处理，将就地诊验记录簿收回存查。

卫生检疫机关应当将就地诊验的人的姓名、性别、国籍、旅行证件的名称和号码、住址、来自何地、就地诊验的原因和起止日期等，用最快方法通知受就地诊验的人所居留地的其他卫生检疫机关或者地方卫生医疗防疫部门。接到上项通知的单位，应当迅速查询受就地诊验的人的健康情况或者采取必要的措施。

隔离

隔离（isolation）是使有传染性的病人或病原携带者尽量减少与他人接触的机会，防止病原体向外扩散，并便于合理地实施消毒和卫生处理，以防止传染病传播的措施。隔离是使传染源无害化的重要手段之一。

传染病的隔离方式，视具体条件，分为传染病院或综合医院传染病科住院隔离、临时传染病病室隔离和家庭隔离等。①住院隔离：病人住院隔离是最合理、最有效的方式。无论传染病院或综合医院的传染病科，对病人入院时的诊察、卫生处理、运送工具的消毒、探病、陪侍病人、病人排泄物和分泌物的消毒、住院时的活动、出院条件、尸体处理、出院后的随访等均有完善的规章制度。传染病院和综合医院的传染病科，在建筑设计上应充分考虑便于隔离和消毒的要求，包括单独隔离室、观察室、消毒设施、卫生处理间和污水的无害化装置等。②临时病室隔离：当发生较多的细菌性痢疾、流行性感冒、病毒性肝炎、麻疹等传染病人时，由于病人突然增多，不能保证全部病人均收入传染病院或综合医院传染病科隔离治疗，这时可在居民点、机关单位、乡镇、学校或营房中选择便于与其他成员隔绝的房屋，并组织专人筹措临时隔离病室，以收容那些应当隔离的病人，进行集中管理和治疗，减少病原体的传播，以阻断流行。③家庭隔离：对某些疾病，例如百日咳、麻疹、痢疾、流行性感冒等，如果病情不重，又无

其他合并症者，可以采取家庭隔离的方式。在家庭隔离期间，医务人员必须按要求定期访视，指导病人及其家属执行隔离和消毒等措施。例如对痢疾病人实施床边隔离，即病人固定床位，作好随时消毒，减少对周围人的接触。

各种传染病的隔离期限，原则上均按照各种传染病病人传染期限而定。根据条件还可以配合实验室检验结果来决定其是否可以解除隔离。

白喉、伤寒、霍乱等在临床症状消失后进行2—3次病原学检验，检验结果阴性者，可解除隔离。另外，如转为慢性或迁延过程的病人以及慢性病原携带状态者（细菌性痢疾、伤寒、乙型肝炎等），常常不能待传染性完全消失后才解除隔离，这时应在病人出院后通知卫生防疫机构严格登记，对他们进行观察、指导，并定期进行病原学检查。如病人本身是特殊职业者（如托幼机构或饮食业人员），应动员在一定期限内调换职业，以防传染健康人。

隔离措施的对象和效果因病种不同而异。有些传染病，如天花、肺鼠疫、麻风、麻疹等，因病人是唯一的传染源，隔离的效果显著。在疫源地内如能迅速全部隔离病人，在整个预防或防疫措施中必将起到重要的作用。例如在肺鼠疫区，如确实能把所有的肺鼠疫病人隔离，则在6—10天内即可控制肺鼠疫流行。另一些疾病，如森林脑炎、恙虫病、流行性乙型脑炎、布鲁菌病、血吸虫病等，病人在人群中不起传染源作用或作为传染源的意义不大，因此，不需要隔离。还有一些传染病，如脊髓灰质炎、流行性脑脊髓膜炎等，由于存在大量轻型、非典型、逍遥型或病原携带者，所以不能单纯依靠隔离来控制流行。

隔离的作用在疾病的不同临床阶段亦有所不同。对重症痢疾、伤寒、斑疹伤寒、猩红热等病人，进行隔离治疗极为重要。因为这些病人的排菌量极大。同时也必须认识到多数传染病单靠隔离还不能达到完全控制或消灭传染病的目的，因为有许多轻型病人及病原携带者，由于他们可以自由活动，反而比已隔离的病人起更重要的传染源作用。

疫区处理

疫区处理包括对传染病患者、患病动物、接触者和周围环境的处理及疫区检疫。

对传染病患者的处理首先应核实诊断，及时进行传染病报告，并隔离病人。传染病患者在疫源地内停留愈久，周围人受感染的机会愈大。早期隔离不但可以防止疫区内感染的传播，对患者的及时治疗、早日恢复健康也有裨益。

对患病动物的处理视该动物的经济价值或该病对人的危害大小而异，如鼠类或患狂犬病的病犬、患炭疽病的病畜，可直接进行捕杀。对有经济价值的动物，根据情况施行隔离、观察和治疗。

对疫区内接触者应采取医学观察，并给予应急免疫或药物预防。

对周围环境的措施包括消毒和除虫，如作为非虫媒病的传染源已被移走（入院、死亡等），要进行彻底的终末消毒。如病人在家隔离，则应进行随时消毒，对虫媒传染病应进行除虫措施。

按照《中华人民共和国传染病防治法》规定，甲类、乙类传染病暴发、流行时，当地政府应立即组织力量进行防治，必要时，县级以上地方政府上报并经上一级地方政府决定，可以宣布疫区。在疫区内可以采取下列紧急措施：限制或者停止集市、集会、影剧院演出或者其他人群聚集的活动；停工、停业、停课；临时征用房屋、交通工具；封闭被传染病病原体污染的公共饮用水源或水体。并可以对出入疫区的人员、物资和交通工具实施卫生检疫。经省、自治区、直辖市政府决定，可以对甲类传染病疫区实施封锁；封锁大、中城市的疫区或者跨省、自治区、直辖市的疫区，以及封锁疫区导致中断干线交通或者封锁国境的，由国务院决定。紧急措施或疫区封锁的解除，由原决定机关宣布。

疫区检疫对甲类和乙类传染病的要求如下：

甲类传染病的疫区检疫 当发生鼠疫、霍乱等烈性传染病时，应经有关部门批准，封锁疫区，严格隔离治疗病人，限制或暂停集市和集会，实施彻底的消毒、除虫和管理动物传染源，认真追索和登记一切染疫嫌疑人并实施就地诊验或留验，如果出现早期症状或检验结果阳性时，应立即进行隔离治疗。根据需要对易感人群开展紧急的自动免疫、被动免疫或药物预防。检疫措施直至最后一名接触者超过最长潜伏期仍无新病例发生为止。

对必须离开封锁区的人，在他到达目的地后，应接受就地诊验。限制对该病易感的人进入封锁区。必须进入者，应接受人工免疫或药物预防等保护措施。禁止家畜和可能携带病原体的物品离开封锁区。有关部门要派出医务人员加强封锁区检疫工作。对死者的尸体严加消毒处理，不准外运，积极动员家属采用火葬。与相邻地区密切配合，以便共同采取相应的预防措施。

当病人存在的情况下，要随时对其排泄物、分泌物及被污染的物品进行消毒。当病人住院、死亡或离开疫区后，应对疫区进行一次全面彻底的终末消毒。对鼠疫，尚应进行除虫措施，对作为传染源的鼠类，应通过各种方法杀灭。

乙类传染病的疫区检疫 在划定的疫源地范围内尽快发现和登记全部患者，及时采取不同方式的隔离，并将疫情迅速报告有关防疫部门。对接触者的处理及消毒、除虫措施，原则上同甲类传染病。

检疫

检疫（quarantine）是对可能与传染病接触过的人或其他生物的活动加以限制，直到确认他们未曾受感染为

止的一种措施。其目的是防止传染病，主要是检疫传染病的传播(见"国境卫生检疫"条)。其所采取的措施是根据国家及有关部门规定的法律条例、规则及有关的通知、程序，由一定机构实施的立法。

检疫包括疫区检疫和国境卫生检疫。疫区检疫是疫区处理的一部分。国境卫生检疫又分进口检疫和出口检疫，是为了预防检疫传染病及其他危害严重传染病由国外输入或由国内带出，而采取的防疫措施。关于国境卫生检疫，世界卫生组织订有国际卫生条例，中国订有《中华人民共和国国境卫生检疫法》及《中华人民共和国国境卫生检疫法实施细则》。

近年来由于对传染病流行病学知识的积累，为了达到既要防止检疫传染病的传入及散播，又要便利交通，检疫的具体作法已有很大的改变。世界卫生组织及中国对检疫的具体作法，主要是：

(1) 由单纯的检疫查验转到有重点的对疾病进行监测。除了对鼠疫、霍乱、黄热病3种检疫传染病进行严格管理外，目前还将流行性感冒、疟疾、脊髓灰质炎、斑疹伤寒、回归热和登革热6种传染病列为监测传染病，对入境、出境的人员实施传染病监测，并且采取必要的预防、控制措施。按照《中华人民共和国外国人入境出境管理法实施细则》规定，卫生检疫机关应阻止所发现的患有艾滋病、性病、麻风病、精神病和开放性肺结核病的外国人入境，以确保中国人民的健康。此外，如果发现入境人员中有拉沙热(Lassa fever)、马尔堡病毒病(Marburgvirus disease)、流行性出血热、肝炎、痢疾、皮肤病和军团热等7种传染病时，要立即实施必要的卫生措施。

(2) 由消极的防止疾病传入转向积极的保障国际旅客的健康。国境卫生检疫机关根据国家规定的卫生标准，加强卫生监督工作和食品、饮水的卫生管理，特别着重于国际交通工具的食品、饮水以及国境口岸环境卫生的监督。

(3) 中国根据具体情况，扩大检疫机关职能。近年来由于进出口物资品种不断增加，需要进行管理的物品越来越多，如对入境能导致人类传染病的动物、微生物、人体组织、血液及其制品，以及进口的一切用过或者废弃的生活物品和生产资料(见附注)，必须实施卫生检查和必要的卫生处理。这些物品如不加以检查管理，将带来严重危害，故亦由卫生检疫机关监测管理。

(4) 进行科学调查研究，开展科学实验。由于现代交通工具的大型化和高速化，国外有些传染病可能借助于频繁的国际交往引起新的传播和蔓延，因此，卫生检疫机关应及时了解国际上检疫传染病和监测传染病的疫情动态，开展科学研究，对特定环境和人群进行流行病学、血清学、病原学、临床症状以及其他有关影响因素的调查研究，预测有关传染病的发生、发展和流行，有效地阻止传染病进入中国境内。

附注：必须实施卫生检查和必要卫生处理的进口生活物品和生产资料：①废纸、旧轮胎、废旧交通工具、旧电器、废塑料、动物皮、毛、骨、人头发、废棉、废五金、布絮、皮絮、废木料。②旧家具、旧玩具、旧茶餐具、旧地毯、旧床上用品。③粪便、垃圾。④禁止进口的废旧物品、废旧服装、旧麻包。⑤卫生部规定的其他种类和名称。

国境卫生检疫

为了防止检疫传染病或监测传染病由国外传入和由国内传出，保护人体健康，在一个国家国际通航的港口、机场、陆地边境和国界江河的口岸(简称国境口岸)，设立国境卫生检疫机关，对进出国境的人员、交通工具、行李和货物进行医学检查、实施传染病检疫、监测和卫生监督。这种综合措施称为国境卫生检疫。

中国卫生检疫开始于1873年。当时为预防暹罗(泰国)和马来半岛霍乱传入中国，海关医务处办理进出境船舶检疫手续，但高级检疫医官都是外国人，中国的检疫主权掌握在外国人手里。民国政府时期，在上海成立了海港检疫管理处，收回了检疫管理权，公布了海港检疫章程，制定了"海港检疫消毒、蒸熏及征费规则"。解放后，确定检疫事业是全国卫生事业的一部分，先后颁布了《交通检疫暂行办法》、《中华人民共和国国境卫生检疫条例》和《中华人民共和国国境卫生检疫条例实施规则》，实行国境卫生检疫工作。1986年12月2日中华人民共和国第六届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议通过了《中华人民共和国国境卫生检疫法》，同日由中华人民共和国主席令公布，自1987年5月1日起施行(见"国境卫生检疫法"条)。1989年3月6日又公布了《中华人民共和国国境卫生检疫法实施细则》。本法规定的传染病是指检疫传染病和监测传染病。检疫传染病指鼠疫、霍乱、黄热病以及国务院确定和公布的其他传染病。监测传染病由国务院卫生行政部门确定和公布。1986年12月27日国务院公布《中华人民共和国外国人入境、出境管理法实施细则》规定患有精神病和麻风病、艾滋病、性病、开放性肺结核等传染病的外国人不准入境。

中国国境卫生检疫工作由国务院卫生行政部门主管，由国境卫生检疫机关执行。国境卫生检疫机关包括港口、机场、边境的卫生检疫所及其派出机构(检疫站)。其职责为：执行《国境卫生检疫法》及其实施细则和国家有关卫生法规；收集、整理、报告国际和国境口岸传染病的发生、流行和终息情况；对国境口岸的卫生状况实施卫生监督；对入境、出境的交通工具、人员、集装箱、尸体、骸骨以及可能传播检疫传染病的行李、货物、邮包等实施检疫查验、传染病监测、卫生监督和卫生处理；对入境、出境的微生物、生物制品、人体组织、血液及其制品等特殊物品以及能传播人类传染病的动物，实施卫生检疫；对入境、出境人员进行预防接种、健康检查、医疗服务、国际旅行、健康咨询和卫生宣传；签发卫生检疫证件；进行流行

病学调查研究，开展科学实验；执行国务院卫生行政部门指定的其他工作。

卫生检疫机关所实施的传染病检疫，是防止传染病传播所采取的卫生措施。对入境的交通工具及人员，在最先到达的国境口岸进行检疫、发现检疫传染病的染疫人，必须立即将其隔离，隔离期限根据医学检查结果确定；对检疫传染病嫌疑人应当将其留验，留验期限根据该传染病的潜伏期确定。对患检疫传染病死亡的尸体，必须就近火化。对来自检疫传染病疫区，或被检疫传染病污染，或发现带有与人类健康有关的啮齿动物、病媒昆虫的交通工具、行李、货物和邮包等，进行卫生检查，实施消毒、除鼠、除虫或其他卫生处理。

卫生检疫机关要对入境、出境的人员实施传染病监测，并且采取必要的预防、控制措施。卫生检疫机关有权要求出、入境人员填写健康申明卡，出示某种传染病的预防接种证书、健康证明或其他有关证件。对患有监测传染病的人、来自国外监测传染病流行区的人或与监测传染病人密切接触的人，国境卫生检疫机关应当区别情况，发给就诊方便卡，实施留验或者采取其他预防、控制措施，并及时通知当地卫生行政部门。卫生检疫机关所实施的卫生监督是卫生检疫工作的重要组成部分，国境卫生检疫机关根据国家规定的卫生标准，对国境口岸的卫生状况和停留在国境口岸的入境、出境的交通工具的卫生状况实施卫生监督：①监督和指导有关人员对啮齿动物、病媒昆虫的防除。②检查和检验食品、饮用水及其储存、供应、运输设施。③监督从事食品、饮用水供应的从业人员的健康状况，检查其健康证明书。④监督和检查垃圾、废物、污水、粪便、压舱水的处理。

《中华人民共和国国境卫生检疫法》具有法律效力，违反者要承担一定的法律责任。

药物预防

药物预防(pharmaprophylaxis)即对已接触或可能将接触某种致病因素的易感人群或个体用化学药剂进行预防，这些化学药剂主要是抗生素、化学制剂，故也称为"化学预防"。

药物应用后，在体内维持一定浓度，使侵入机体的病原体不能生存繁殖，对受感染者起的是治疗或防止发病的作用，而对人群来说，是控制传染源、遏制病原体的散播。

疟疾疫区的药物预防是在一些疟疾流行地区，由于条件限制不能大规模灭蚊，或当战士、工程人员或旅游者在该区暂时停留时，可用药物预防疟疾感染，如用喹哌—伯喹合剂。在春末夏初全民服药，能使疟疾发病率及带虫率明显下降。

丝虫病疫区的药物预防是用海群生拌盐，连续长期服用(每日 50 mg，半年)，可减少临床病例的出现。

流行性感冒的药物预防，目前是试用金刚烷胺预防甲型流感，据报告有一定效果，且无严重副作用。

地方性甲状腺肿的药物预防是用含碘食盐供给居民，效果显著。

药物作用的持续时间短，主要用于保护可能已经受感染的人(例如对流行性脑脊髓膜炎密切接触者给予磺胺类药物预防)；或保护进入疫区或传染病带入地区的人在短期内不受感染。长期大规模使用药物是不恰当的。

预防接种

预防接种(vaccination)又称人工免疫，是将抗原或抗体输入机体，使机体获得对疾病的特异性免疫，以预防疾病的一种方法。

预防接种可分为自动免疫和被动免疫两类

人工自动免疫是将病原微生物或其代谢产物或其亚单位成分或基因工程重组株制成生物制品接种于人体，使人体产生特异性免疫，以预防传染病的一种方法。如接种白喉类毒素后，人体产生白喉抗毒素，能中和白喉毒素，保护人体在白喉杆菌感染后免于发病。接种卡介苗后，人体细胞免疫增强，既增强了巨噬细胞的吞噬能力又限制了入侵的结核杆菌在细胞内生长。人工自动免疫的免疫持续时间长，一般为 1—5 年。但是通常要在接种后 2—3 周才能形成免疫。

人工被动免疫是将含有抗体的血清或其制剂注入人体，使人体立即获得免疫的一种方法。例如麻疹的易感儿童若能在接触麻疹患儿后及时注射丙种球蛋白，则能预防发病。被动免疫可以迅速生效，但免疫持续时间短，一般为 1—4 周。

影响预防接种效果的因素 各种传染病的发病机制和免疫机制各有特点，其免疫制品的预防效果也不完全相同。预防效果除与机体免疫功能、疫苗或菌苗质量有关外，预防接种实施中的各个环节，也都能影响预防接种的效果。

免疫年龄 绝大多数婴儿能产生免疫反应，而月龄较长者反应较好。一些未产生抗体的仍能在再次免疫时产生抗体。婴儿自动免疫反应差的原因是免疫功能不健全；母体传给婴儿的被动抗体的干扰。但可借增加免疫次数及抗原浓度来加强免疫反应。

免疫次数及间隔 免疫次数直接影响预防接种效果。死疫(菌)苗初次免疫，抗体出现慢，效价低，持续时间短。接种死疫(菌)苗及类毒素时，为了建立基础免疫，至少应在一定时间内连续接种 2—3 次。初次死疫(菌)苗抗原刺激，2—5 d出现抗体，一般间隔 7—10 d接种第二次，共接种 3 次。初次类毒素刺激 2—3 周出现抗体，需要间隔 4 周进行第二次接种。活疫(菌)苗初次免疫，只需接种 1 次，免疫效果好而持久。为保持机体免疫力，常需在一定时间后进行加强免疫(复种)。加强免疫可引起回忆反

应，抗体出现快，效价高，维持时间长。

预防接种的途径 预防接种的效果与预防接种的途径关系密切。一般来说，比较理想的接种途径是病原体自然侵入的途径，但必须符合安全、有效的原则。目前常选用的途径有皮上划痕法、注射法、口服法、喷雾法和气溶胶法等。

抗原性质及剂量 病原性质不同对机体刺激的强弱也不同，免疫形成的速度及免疫持续时间长短也不一。可溶性抗原刺激机体产生抗体慢，如类毒素，须经2—5周血液中才出现可测到的抗体。颗粒抗原刺激机体产生抗体快，如菌苗注射后只需2—5 d。活疫(菌)苗接种剂量小，接种次数少，免疫效果好，免疫力持久。死疫(菌)苗的免疫效果较差，免疫持续时间短，虽经多次加强接种，效果也不及活疫(菌)苗。疫苗量的生物学梯度十分重要，在一定范围内，使用抗原的量增多，免疫形成好。剂量过小，不能刺激机体产生抗体或仅产生IgM。但剂量过大，抗体增加缓慢。若剂量超过一定限度，机体免疫反应受到抑制，称为免疫麻痹。出现免疫麻痹现象时，并未失去免疫反应，大量的抗原被排除以后，免疫麻痹现象即可解除。

疫苗的运输和保存 免疫制品不仅要求质量好，而且要便于运输和保存，最合适的保存条件为2—10℃的干燥暗处，冻融会使蛋白变质，加重反应。高温、光线能使制品失效。特别是活疫(菌)苗的运输、保存条件更应适宜。否则，活疫(菌)苗滴度迅速下降，影响免疫效果。如麻疹减毒活疫苗在高温下运输或保存时，滴度迅速下降，甚至完全失效。

接种率(人群免疫屏障) 预防接种效果与易感人群中接种人数的多少(即接种率)有关。如接种率达到80%以上，大量的免疫人口形成一个免疫屏障，不足20%的易感者，分散在免疫人口之中，假使有传染源侵入，也不易引起传染病的流行。

联合免疫 同时接种两种以上抗原制剂可以简化预防接种的手续和程序，节约接种费用和时间，减少接种对象的痛苦，并达到预防几种传染病的目的。常用的方法有以下几种：①接种多联多价制剂：将多种抗原按一定比例混合(若抗原比例不适合，强抗原会抑制弱抗原的免疫反应)，如伤寒、副伤寒甲、乙和霍乱的四联菌苗，百、白、破三联制剂。注射这种制剂不但可简化接种手续，往往还会增强免疫效果，如百、白、破三联制剂中，百日咳菌苗还可起佐剂作用。②同时接种几种生物制品：因为考虑到病毒的相互干扰及注射局部的免疫活性细胞有产生"抗原饱和"的可能性，一般分在两臂上接种不同疫苗，例如同时接种麻疹疫苗和白喉类毒素或同时接种卡介苗和麻疹疫苗等。

免疫程序 大规模的预防接种，在预防、控制和消灭传染病中起着重要作用。而免疫程序是否合理可直接影响预防接种在预防传染病中的作用。免疫程序的设计主要根据流行病学、免疫学及具体实施三个方面。不同国家、不同地区流行病学状况不同，因此免疫程序亦不能完全一样，如在某些国家伤寒的发病率极低，没有必要把伤寒菌苗列为常规免疫。儿童免疫程序各国不尽相同，中国试行程序见表1。

表1 儿童基础免疫程序

制品	月龄			年龄					
	2—	6—	8—	1—	2—	4—	6—	7—	10—
脊髓灰质炎疫苗	初服			复服	复服			复服	
百白破联合制剂		全程(3针)		加强(1针)		百白		白破	
麻疹疫苗			初种					加强	
卡介苗		初种							
乙型脑炎疫苗*				基础免疫	加强		加强		加强

* 在乙型脑炎流行区可增加乙型脑炎疫苗

此表根据卫生部关于"预防接种实施办法"整理

为了提高人群免疫水平，控制和消灭传染病，必须进行系统的、有计划有组织的预防接种。根据国家和当地对防疫工作的要求，结合当地流行病学资料及合理的免疫程序，开展经常性的预防接种(计划免疫)；同时根据流行病学指征在流行前期组织一定人力，集中一定时间，在一定人群中进行集中式预防接种。这两方面均应制定切实可行的计划。

婴幼儿及少年儿童是预防接种的主要对象。6个月以上的婴儿从母体获得的抗体已逐步消失，对多种传染病都是易感的，为了达到保护的目的，必须在短时期内接种多种制品。对婴幼儿和少年儿童应由常年接种点根据适当免疫程序做好重点病的基础免疫。

对特定人群，根据需要开展预防接种，如从事毛皮畜牧、乳、肉等工作的人群，需要接种布鲁菌活菌苗、炭疽活菌苗。

无论是经常性预防接种或集中式预防接种，均应根据生物制品的免疫特性及传染病的流行特征，合理安排接种时间。一般应在流行季节前1—2月内完成。应当使免疫力最强的时间正好在历年发病最多的时间。但应注意在流行性乙型脑炎和脊髓灰质炎流行期间不应接种百日咳菌苗，在有流行的单位更应特别注意，以免促使儿童感染乙型脑炎和脊髓灰质炎或诱发潜在的感染。

当有外来性传染病的侵入，或某传染病发生暴发或流行时，对广大易感者采取紧急的预防接种，称"应急接种"(计划外接种)。

对预防接种工作要进行监督检查，包括预防接种计划，免疫制品，接种技术，是否保证全程足量，是否有漏

种、重种，接种率是否达到要求，接种卡登记是否完整，保管是否妥善等。

预防接种的禁忌证 预防接种的不良反应，特别是异常反应，很大一部分是由于接种对象的反应性不正常，或处于某种病理状态而发生的。为避免接种后发生异常反应，各种制品都规定有禁忌证。一般禁忌证，适用于多种制品；特异禁忌证，只适用于某种制品。任何禁忌证掌握不严，均有发生异常反应的危险。但发生概率多少及反应的严重性如何，则随制品种类和禁忌证的性质而不同。一般说来，忽视特异禁忌证比忽视一般禁忌证更危险。

一般禁忌证 有以下几点：①发热：可能处在某种传染病的潜伏期，不宜接种。②急性传染病及其恢复期。③活动性肺结核、肾脏疾病、心血管系统疾病、高血压病、肝脏疾病、胃肠系统疾病、血液病、恶性肿瘤、内分泌疾病、代谢病、精神病及中枢神经系统疾病。④年老、体弱、月经期、妊娠期、哺乳前半期、过敏性体质或有超敏反应病史者。

特异禁忌证 有以下几点：①结核菌素阳性者，一般不宜接种卡介苗。②湿疹、化脓性皮肤病、中耳炎及水痘，不宜接种卡介苗。③免疫功能缺陷者，不宜接种卡介苗。④有痉挛史、中枢神经系统病史者，不宜接种百白破联合制剂、百日咳菌苗。

从理论上讲，应该严格掌握禁忌证。有些禁忌证在一般体检中无法检查出；有些禁忌证是暂时的，当时不能接种，以后可以补种；有些禁忌证是长期的，对有这类禁忌证的人，应采取预防接种以外的措施来保护其不受感染。

对于禁忌证，一般不应违反。但是，在特殊情况下，可把违反禁忌所引起的危险与发生传染病的危险性相比较，根据具体情况权衡利弊，然后决定接种与否。

接种剂量过大及接种途径错误都能引起不良反应。预防接种后有时可发生偶合病例，即受种者在预防接种时正处在某些急性传染病的潜伏期或前驱期，或患有某种慢性病，但其症状隐伏未被觉察，接种后疾病发作。如冬、春季节常偶合麻疹、流行性脑脊髓膜炎；夏季则易偶合细菌性痢疾、病毒性肝炎。此外尚可偶合流行性感冒、结核病等。接种前，进行详细认真的体检，特别是测量体温十分重要。凡发烧者不予接种，可减少偶合病例。预防接种还可诱发潜伏疾病，如注射百白破联合制剂可诱发麻痹型脊髓灰质炎。预防接种有时也能诱发潜在的胃肠病、肝病、肾病、心血管病、神经或精神病等非传染病。

预防接种反应 生物制品对机体来说是一种异物，接种后会刺激机体产生一系列反应，称为预防接种反应。根据反应性质不同，可分为一般反应与异常反应。

一般反应 在接种后几小时到24 h，注射局部发生红、肿、热、痛现象，偶尔引起局部淋巴结肿痛，全身反应主要表现为体温上升。一般持续1—2 d，很少有3 d以上的。有时伴有头痛、寒战、恶心、呕吐、腹痛、腹泻等症状。根据局部反应及全身反应的强度不同，可分为三等（表2）。

表2 预防接种反应的类型

反应类型	局部反应	全身反应
弱反应	红肿硬块<2.5 cm，2 d内消失	体温37.1—37.5℃
中反应	红肿硬块达2.5—5 cm	体温37.6—38.5℃
强反应	红肿硬块>5 cm，局部淋巴结肿大	体温38.6℃以上

根据强反应出现的比例不同，一般反应又可分为正常反应及加重反应。

（1）正常反应：这类反应是免疫反应，其表现轻微，强反应人数少。活疫（菌）苗接种，引起一次轻型感染，反应出现时间较晚。例如，皮上划痕接种卡介苗，1周内出现丘疹或沿划痕处有红、肿，产生脓肿，一般于4周结痂脱落；皮内接种卡介苗，于2周左右出现局部红肿，以后化脓、溃疡，3—5周结痂。个别儿童接种麻疹疫苗后5—7d出现皮疹，同时出现短暂发热，均属一般反应。

（2）加重反应：当反应程度较重，发生反应的人数较多时，称加重反应。如接种伤寒、副伤寒甲乙三联菌苗后24 h检查，无论局部或全身反应，强反应超过7%时，即为加重反应。在大规模接种某种制品之前，应在少量人群中进行试种，观察反应，然后确定接种范围。

有时由于机体对生物制品中的防腐剂、培养基中某些成分或酸碱度等引起的炎症反应，称为预防接种副反应。一般反应是短暂的、轻微的，不需要特殊处理，经过适当休息即可恢复正常。若局部反应较重，可以热敷，要预防感染，但卡介苗接种后局部严禁热敷，需要加强护理，防止破溃化脓。全身反应严重者，可对症处理。

异常反应 指同一批制品同时接种很多人，只有少数人发生与一般反应不同的反应。其特点是：与制品的种类有一定联系，但只有少数人发生，反应性质、临床表现与发生反应者体质有关。异常反应按其性质，大体可有以下几种：

（1）晕厥：又称晕针。当受种者处于空腹、疲劳、精神紧张或恐怖状态时，有的人在注射进行中或注射后数分钟内突然发生晕厥，一般在短时间内即可恢复。重者心跳快、恶心、出冷汗，甚至突然失去知觉、呼吸减慢。这种反应往往重复出现。一旦出现立即平卧，安静休息，可喝热开水或热糖水。若数分钟后不恢复正常，可皮下注射1‰肾上腺素。

（2）急性精神性反应：与精神因素和身体素质有关的癔病和急性体克性精神反应，有明显的植物神经系统紊乱症状，一般预后良好。通常不需给予药物，如果丧失知觉，可用棉签蘸氨水置于鼻前，嗅后即可苏醒。苏醒后可酌情给予镇静剂。也可针刺内关、神门、安眠、人中等穴。预防接种前应详细询问病史，有上述病史者一般不予

接种。如因疫情关系必须接种时，应做好宣传，以解除疑虑和紧张心理。

(3) 过敏症：过敏性休克，为Ⅰ型超敏反应，个别人在接种当时或接种后几秒或几十分钟内发生，表现为烦躁不安、面色潮红、胸闷、呼吸迫促、心跳减慢、腹痛、呕吐。有的只需平卧、安静、保温，即能迅速恢复。若血压下降、口唇青紫、体温下降甚至昏迷，应立即注射1‰肾上腺素。若血压继续下降，可用去甲肾上腺素，亦可针刺人中、十宣等穴。

过敏性皮疹，类型多种多样，常见的是荨麻疹，但也有类似麻疹、猩红热样皮疹者，掺杂斑丘疹或水疱的多形疹，出血疹或紫癜。一般多在接种后数小时或1—2 d内出现，发疹时可伴有发热，全身不适。可口服苯海拉明或非那根等抗过敏药物，或皮下注射1‰肾上腺素。

血管神经性水肿，于接种后1—2 d内出现局部严重红肿，皮肤发亮，重者可以扩展到上臂，甚至可致全身水肿。轻者不需处理，2—3 d自行消退。重者可用抗过敏药物治疗。

(4) 血清病：当一次注射大量动物血清(如白喉或破伤风抗毒素)时，机体逐渐产生对动物血清的特异抗体(IgG、IgM)，抗体达到一定滴度时(一般在注射后8—12 d)即与血循环中的抗原结合，形成抗原抗体复合物，激活补体，沉积于皮肤、关节等小动脉的基底部，吸引多形核白细胞吞噬这些复合物。白细胞破坏后释放溶酶体，使小动脉基底膜破坏，则引起皮疹(以荨麻疹、红斑、斑丘疹为多见)、淋巴结肿大、全身关节痛，有时发生血尿，严重者发生昏迷和偏瘫等神经系统症状，为抗原抗体复合物型或称血管炎型(即Ⅲ型)超敏反应。

反覆注射血清也能引起Ⅰ型超敏反应，为过敏反应型血清病，临床表现为发热、全身荨麻疹、喉头声带水肿、哮喘、腹痛、呕吐、脉搏加快、血压下降、气急，严重者可发生过敏性休克。

一般可自愈，处理方法同过敏症。

血清病属超敏反应。注射前应认真询问病史。凡有过敏史者，接种时应特别注意。注射动物血清制品前，必须做过敏试验，阴性者方可注射，阳性者必须用脱敏注射法。反覆注射动物血清制品超过5 d者，必须重新做过敏试验。

(5) 超敏反应性脑脊髓膜炎：注射含脑组织的制品如狂犬病疫苗，个别人发生迟发型超敏反应。潜伏期较长(1—4周)，平均10 d左右。突然发病，开始感到四肢酸痛无力，手足发麻，感觉迟钝，出现上行性麻痹，有时出现发热，有的病例有神智昏迷等症状，多数病程发展较快。必须立即抢救。大多数可能恢复健康，少数可有瘫痪后遗症。一旦发生上述反应，可静脉注射氢化可的松，投与大量维生素B_1、B_6、B_{12}，给与维生素C和抗过敏药物。有后遗症者，进行针灸治疗。

(6) 其他：接种活疫(菌)苗后，偶尔有人出现全身扩散或局部组织发生坏死。一旦发生异常反应，对受接种者除需进行必要的急救处置外，并应立即向县(区)卫生防疫站报告，并派专人到现场调查，必要时组织会诊，并向上一级卫生防疫站报告。预防接种中所发生的任何异常反应，必须由治疗单位和卫生防疫站会诊确定。

预防接种首先要求安全、有效、易为群众接受。每种制品在大规模推行以前，均要求对制品接种反应及免疫效果、免疫持久性进行科学的评价，在动物实验中证明确实安全、有效后，应选少量人群进行人群免疫学效果及流行病学效果评价，在取得科学数据后，才能在防疫工作中有目的、有计划地推行。

预防接种效果评价 分免疫学效果评价与流行病学效果评价。两者可在一次现场实验中进行，但因免疫学效果评价与流行病学效果评价要求条件不同，有时需要单独观察。免疫学效果观察最好在非流行区进行，以避免自然感染的干扰，例如乙型脑炎疫苗的免疫学效果评价可选在非流行区，但那里不可能进行流行病学效果评价。流行病学效果评价只能在发病率高而稳定的地区进行。预防接种效果评价，是一项十分复杂的工作，涉及面广，影响观察的因素多。因此，在进行现场实验前，必须制订周密的实验设计。

评价免疫学效果的指标 血清抗体阳转是指接种后血清抗体滴度上升千倍以上者，皮内试验(锡克反应、结核菌素反应)则根据其免疫形成的表现。观察对象中免疫形成的人数的百分率称阳转率。

在评价一个制品的免疫学效果时，在选用测定抗体滴度的方法时，不仅要观察阳转率，同时还需要观察抗体的平均滴度，因血清为倍比稀释，抗体几何级数增长，必须用几何级数来反映平均水平。

$$\log x_g = \frac{\log x}{n}$$

评价流行病学效果的指标 评价一种疫苗对某种传染病的预防效果，必须有一个评价标准。通常是用疫苗接种组和对照组(未接种观察疫苗或接种其他疫苗)的发病率来比较，以显著性检验考核其差异。这两组人群，除了接种和未接种外，其他有可能影响发病的因素，都应该相同。因此，疫苗现场试验的实验设计必须遵循随机化和均衡的原则。

(1) 效果指数：也叫保护指数，即对照组发病率为接种组发病率的几倍。

$$\text{效果指数} = \frac{\text{对照组发病率}}{\text{免疫组发病率}} \quad \text{或} E = \frac{P_2}{P_1}$$

(2) 保护比：与保护指数意义相同，但表示方法不同。

$$\text{保护比} = 1 : \frac{\text{对照组发病率}}{\text{接种组发病率}}$$

$$\text{保护率} = \frac{\text{对照组发病率} - \text{接种组发病率}}{\text{对照组发病率}} \times 100\%$$

也可用连年大量接种前后发病率下降趋势来评价疫苗效果。此法虽可以直接反映接种的效果，但由于多数疾病都采取综合性的预防措施，预防接种仅是措施之一，难以用短时期的发病率下降趋势来评价预防接种效果。还可用回顾性调查来评价预防接种效果，如在现场调查中，调查某病病例500人，有某病接种史的人数占10%，同时用配对调查各项条件基本与病例相同的非患者中找500人为对照，其接种率若为90%，比较接种率与发病的关系，通过显著性检验，可以评价预防接种效果。

预防接种效果评价，不应仅注意评价疫苗效果，还应注意观察影响预防接种效果的因素，如疫苗剂量的大小、免疫间隔等。多种疫苗反复接种，虽有防病作用，却也带来不少问题，如预防接种异常反应增加、机体免疫反应功能变化等，某些慢性病毒感染与预防接种是否有关，都是应当考虑的。

消毒

消毒(disinfection)为对病原微生物进行杀灭或清除处理的总称。达到无菌程度的消毒称灭菌；防止食品腐败的消毒又称防腐(antiseptic)。消毒可以利用物理、化学与生物学等方法进行。各种理化因子对微生物的杀灭机制，主要有以下四类：①作用于细胞膜使其功能受到损害，如季铵盐类、双胍类、酚类等消毒剂的杀菌作用。②作用于菌体核酸或蛋白质使之变性，如辐射、加热、醇类、酚类、卤素等的杀菌作用。③作用于微生物的酶与辅酶使之灭活，如金属离子的杀菌作用多属此类反应，环氧乙烷、乙型丙内酯、甲醛等亦可使酶的巯氢基烷化而破坏微生物的新陈代谢。④抑制核酸的合成，如吖啶类药物可与DNA结合，而影响其在RNA合成中的模板作用。

消毒时，处理剂量是杀灭微生物所需的基本条件，包含强度和时间两个因素，强度在热力消毒中指温度，在辐射消毒中指照射强度，在化学消毒中指药物浓度。一般强度愈高，微生物愈易死亡；时间愈长，微生物遭到杀灭的机率也愈大，强度与时间可互相补偿，但均有一定极限。

不同种类微生物对各种消毒处理的耐受性不同。细菌芽胞抗力最强，一般多用之代表最难杀灭的微生物；有些微生物如结核杆菌、真菌孢子、肠道病毒、肝炎病毒与肉毒杆菌毒素等，对某些消毒措施比较敏感，但对某些措施则具有一定耐力，因此在选择方法上应予慎重。

消毒的效果可受环境条件影响，研究最多者为温度。其影响程度以温度系数(Q_{10})表示，即在一定条件下，温度每增加10℃，杀灭微生物所需时间与原需时间的比值。系数愈大，温度效应愈明显。一般温度愈高，杀菌效果愈好。此外，穿透的难易、有机物的多少、化学拮抗物质的有无、溶液酸碱度的强弱、空气温度的高低等亦均可严重影响消毒效果。

消毒效果的鉴定，多根据处理前后微生物存活情况判断其效果。用杀灭率即杀灭微生物的百分率表示，也可以灭活指数，即消毒处理中使微生物减少的倍数以10的乘方表示。指数为10^3，是大多数情况下消毒处理所要求达到的杀菌程度，相当于杀灭率99.9%。

物理消毒

用物理因素消毒按其作用可分为五类：①具灭菌作用者：如热力、红外线、微波、激光、电离辐射等，杀灭微生物的能力强，处理时易达灭菌要求。②具一定杀菌作用者：如紫外线、超声波等，可杀灭大部分微生物，但难达灭菌要求。③具防腐与自然净化作用者：如寒冷、冰冻、干燥等，杀灭微生物能力有限。④具除菌作用者：如机械擦拭、冲洗、过滤等。⑤具辅助作用者：如真空、磁力、压力等，能为杀灭或清除微生物创造有利条件，缩短消毒时间或加强消毒效果。

热力消毒 热力消毒可分为湿热与干热两种。其主要作用是通过菌体酶的破坏与蛋白质的凝固使微生物死亡。湿热消毒是将物品置于水中或用蒸汽加热以达消毒的目的。干热消毒是在无水情况下加热以达消毒的目的。湿热杀菌作用较干热为强。

煮沸消毒法 一般几分钟即可杀死微生物繁殖体，对乙型肝炎病毒或肉毒杆菌毒素，需十余分钟，而对细菌芽胞则需数十分钟以至数小时，故多不用作灭菌处理。煮沸时，在水中加少量增效剂，如肥皂(0.5%)或碳酸钠、磷酸钠(1%)等，可提高消毒效果，高原地区沸点低，不宜用本法消毒。

流通蒸汽消毒法 利用水蒸气加热消毒，消毒温度达100℃左右，所需时间与煮沸法相似。多用于牛奶场、啤酒厂、食品厂内大容器与管道消毒等。流通蒸汽消毒最简单的设备是蒸笼，物品放置应注意使水蒸气易于接触到各表面。

低热消毒法 又名巴氏消毒法(Pasteurization)，处理温度随物品不同，一般为61—65℃ 30 min，虽温度较低，无法达到灭菌，但能将结核杆菌、布鲁杆菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌等致病菌杀灭，并使总菌数减少90%—95%。

间歇加热灭菌法 利用间歇加热至100℃以杀灭所有微生物。多用于处理不耐高温的培养基与血清制品等。其法是将物品加热至80—100℃，持续30—60 min后，置于室温下，次日再次同样处理，如此连续3 d。物品中如有细菌芽胞存在，在室温下即发芽成为繁殖体，在第二或第三次加热时可被杀灭。加热多采用水浴或流通蒸汽。

高压蒸汽灭菌法 利用高压蒸汽加热进行灭菌以达到温度高、灭菌效果可靠的一种方法，在医疗卫生工作中使用最广。高压蒸汽灭菌的灭菌时间，由灭菌器内达到要求的温度起算，至灭菌完成为止。一般规定为115℃ 30 min，121℃ 15 min，126℃ 10 min，132℃ 3 min。高压蒸汽灭菌时，须先将灭菌器中空气排尽才能达到规定

温度。

焚烧与烧灼灭菌法 直接利用火焰加热灭菌。焚烧法是将物品全部焚化，多用于可燃性废弃物品 烧灼法则直接以火焰烧灼，多用于消毒污染地面、金属器械以及微生物实验室的白金环等。

干烤灭菌法 干烤灭菌是用加热烘烤使物品达到灭菌消毒的一种方法。其热力传导主要靠空气对流与介质传导，速度较湿热为慢，但对金属与玻璃器皿损害小，对油脂类物品灭菌作用好，且可使物品保持干燥，故有一定实用价值。干烤一般多于烤箱中进行，常用的为160℃ 2h。

紫外线消毒 紫外线为波长介于 16—397 nm的电磁波。其光子能量不足使原子或分子电离，故属非电离辐射。杀菌力最强波段为 250—270 nm。常用的为石英玻璃管低压汞蒸汽灯，其发出的紫外线，95%波长为 253.7 nm。紫外线除对微生物蛋白质有变性作用外，主要使核酸发生改变，导致微生物死亡。紫外线杀菌作用的强弱，随微生物种类而异。一般在细菌中，革兰阴性菌较革兰阳性菌易于杀灭；繁殖体较芽胞易于杀灭。病毒对紫外线的抵抗力差别很大。流感病毒比革兰阴性菌易于杀灭，而肝炎病毒的抵抗力比细菌繁殖体强 10—100 倍。不同株细菌的抵抗力也不完全相同；同一株的抵抗力处于稳定期者较处于对数生长期者强。紫外线的杀菌力与其照射时间和强度成正比。强度与光源和被照射物间的距离平方成反比。紫外线穿透力弱，灯管上的灰尘或油垢均可妨碍其透过。灯管在长期使用中，发生一定变性，可影响透过，故一般总使用时间不宜超过 4 000 h。尘粒、杂质等对紫外线的穿透亦均有影响。相对湿度较高时，空气中尘粒因吸潮变大，不利于紫外线穿透。

用紫外线消毒固体物品表面，须面面照到。物品与光源相距不宜超过 1 m。用 30 W灯管照射，时间不得<30 min。微生物于接种箱内消毒时，箱底紫外线强度不应低于 40 μW/cm²。为避免紫外线引起眼炎与皮肤病变，可戴用防护眼镜与穿防护服。空气受紫外线照射可形成臭氧。臭氧对眼有刺激作用，浓度超过 5—10 ppm，可引起脉搏加速、疲倦、头疼等症状；长时间吸入，可引起呼吸道炎症。

电离辐射消毒 是指利用可引起物质分子或原子电离的射线杀灭微生物的处理。常用于消毒的电离辐射为β射线与γ射线。实际工作中γ射线的使用较β射线广泛。两种射线及其装置的主要特点如下：

	γ射线	β射线
性质	电磁波不带电荷	电子流，带负电荷
电离作用	弱	比γ射线约强 100 倍
穿透力	比β射线约强 100 倍	弱
剂量率	低，灭菌所需时间长	高，灭菌所需时间短
利用系数	>30%	60%
使用时间	可连续不断	<30 min

电离辐射对微生物的致死作用有直接和间接两种。直接作用是射线的光子或电子直接轰击微生物的分子或原子，特别是DNA，使之激发或电离，产生自由基，甚至使化学键发生交联或断裂。间接作用是射线的光子或电子先轰击微生物周围介质中之分子，特别是水分子，使激发或电离。水分子经照射后产生的激发状态分子或电离状态分子（H_2O^+，H_2O^-）可迅速分解成自由基$\dot{H}$及$\dot{O}H$；若有游离氧存在，尚可产生强氧化自由基$\dot{H}O_2$和H_2O_2等。此类H_2O_2或自由基均为强氧化剂或还原剂，可与核酸、酶或蛋白质结合，使嘌呤的咪唑环断开，嘧啶形成氧化物，或使核酸与蛋白质脱磷、脱氨基。微生物分子结构被破坏，代谢被干扰，以至死亡。

电离辐射灭菌作用的影响因素较多，一般对细菌繁殖体最强，其下依次为霉菌、酵母菌及细菌芽胞。细菌中，革兰阴性菌较革兰阳性菌、需氧芽胞较厌氧芽胞易杀灭。对病毒的杀灭作用和对芽胞相差不多或更弱。单链病毒比双链病毒、大病毒比小病毒易杀灭。肉毒杆菌毒素较肉毒杆菌芽胞抵抗力强，须 21 kGy（1 Mrad＝10 kGy）才能破坏。个别细菌，如耐辐射球菌较细菌芽胞抵抗力强。生长静止期微生物的抵抗力较对数期强。干粉状态微生物较悬液中抵抗力强；微生物浓度大，所需灭菌剂量也大。环境有氧时照射的杀菌作用较缺氧时强数倍以至 10 余倍，冰冻条件下照射较室温下弱 1 倍左右。微生物所在介质中如含可与辐射产生的自由基起反应的物质，如氨基酸、蛋白质及其他巯基化合物均可降低电离辐射杀菌效果。

灭菌剂量多规定为 25 kGy。虽然电离辐射对某些物品有破坏作用，但其优点甚多，如使用时温度升高不多，穿透力强，不易受物品形状和结构的限制，消毒后立即可用，操作简便，并可连续大批消毒物品。因此可用于处理一次性医疗用品，以及某些移植物、食品和药品等。近年也试用于污水、污物的消毒。

微波消毒 微波（microwave）属于非电离辐射，一般指波长为 0.001—1 m，频率为 300—300 000 MHz的电磁波。消毒时，常用 915 MHz和 2450 MHz两种频率的微波。

微波杀菌的作用，主要是由于热效应，此外，微波本身可能还有特殊的杀菌作用。水是微波产生热效应的良好介质。处理时相对湿度不宜<50%。

影响微波消毒的因素较多。当频率高时，加热速度快，消毒时间短，但其穿透浅；当频率低时，则穿透深，但其加热速度慢，所需消毒时间长。在一定条件下，微波输出的功率愈大，杀菌作用愈强，所需消毒时间愈短。微波可大部分透过大多数绝缘体，如玻璃、陶瓷以及塑料制品。而被大多数良导体，如铜、银、铝等金属反射，微波使物品内外温度同时均匀升高，因此可缩短消毒时间，减轻物品损坏。将物品事先装于塑料、玻璃或陶瓷容器内，可防止消毒后再污染。本消毒法已用于食品和医疗器械的

处理。

长期接触微波可使睾丸损伤、眼睛晶状体混浊、神经功能紊乱。防护措施主要有：①设置金属屏蔽。②穿戴特制个人防护用品。③限制暴露时间

红外线消毒 红外线又称热射线，为0.77 1 000 μm波长之电磁波。它有良好的热效应，热能直接由放射电磁波产生，不需经介质传导，故传温快，有利于消毒。

红外线杀菌作用的强弱，依其产生温度的高低而定。消毒用远红外线(30.0－1 000 μm)快速恒温烤箱，最高温度可达200℃。灭菌所需温度和时间，与干烤相同。红外线热效应仅产生于所照到的表面，故仅适用于表面平坦或导热性强物品的灭菌，如手术器械、注射器及其他玻璃器皿等。红外线光源愈强，热效应愈高 距光源愈远，热效应愈差。各种颜色表面对红外线的吸收率不同，吸收率愈高，温度效应愈好 黑色吸收率，达87%，其他依次为灰(75%)、绿(73%)、红(64%)、黄(50%)、白(46%)。

激光消毒 激光(laser)为激光器中受激发光物质经激发产生的光子通过谐振腔放大所形成的光束，其特点为：①能量高度集中。②单色性好。③指向性强。

激光对生物组织的破坏原理为①热效应使细胞焦化至气化。②冲击效应将细胞压缩变形至破裂。③化学效应引起细胞分子化学改变而致死亡。一般几分钟甚至几秒钟即可见效。激光照射玻璃空瓶，可以灭菌而温度不升高，经济快速，有望用于工业灭菌处理。激光直接照射可烧伤角膜、视网膜、皮肤。连续性红外波段CO_2激光尚可伤及深部组织和器官。为了防护，工作室应涂成暗色，并减少反光表面，光线要明亮以使瞳孔缩小。照射时，可用电视等间接观察系统或戴相应波段的微晶玻璃防护眼镜。深色皮肤可用围裙或手套遮挡。橡胶手套防护作用差，最好为黑色皮手套。硫酸铜溶液对激光有隔断作用。

超声波消毒 超声波(ultrasonic wave)系频率>20 kHz的纵波。当其通过液体时，不断呈疏密相间的波动，形成正负相间的压力波冲击微生物，可使之破碎死亡；冲击水或其他化合物分子可产生电离和自由基。自由基的化学活性较强，作用于微生物亦可使之致死。超声波消毒对人对物无害，但杀菌多不彻底且仅适于液体或液体中物品的消毒，物品量又不能太大，消毒时超声发生器的探头必须接触被消毒的液体，故应用受到限制。目前主要用于消毒前清除物品上的污垢。

过滤除菌(filtration) 用物理阻留法去除悬浮于介质中的微生物，称为过滤除菌。

液体过滤 主要原理为①机械筛除。②毛细管阻留。③静电吸附。不同滤器的上述三种作用各有所侧重。

液体滤器有两大类。深床滤器的滤料一般厚于2 mm。此类滤器除沿用最久的砂滤装置外，尚有：由磁土与白陶土混合烧制的素磁滤器(尚氏滤器)；用硅藻碎片烧制的硅藻土滤器(贝氏滤器)；用石棉等纤维压制成的石棉板滤器(蔡氏滤器)；用硬质玻璃粉熔融制成的垂熔玻璃滤器等。

薄膜滤器的滤料呈膜状，厚约0.15 mm，由纤维素脂或高分子聚合物制成。主要呈机械筛除作用。仅滤除较孔径为大的颗粒。滤料孔径随制作材料、方法与条件而异，孔径最大者为14 μm，最小可达0.01 μm。<0.1 μm者称超微滤膜，可滤除细菌L型体、立克次体与病毒。薄膜滤器的除垢能力差，易堵塞，但孔径均匀，使用简便，品种多样，可满足不同需要，故使用日广。

滤料若有裂隙或折皱、过滤压力过高，均可降低滤效。石油、液体石蜡、油质液体以及可降低表面张力的物质，如胆汁、肥皂、十二烷基苯磺酸钠等，因减弱滤材静电效应，可使微生物易于通过 过滤液体与滤器的酸碱度亦可影响滤效，宜尽量控制于中性条件。

气体过滤 气体中微生物被滤除的原理为①随流阻挡。②重力沉降。③惯性碰撞。④扩散粘留。⑤静电吸附。

空气滤器按滤效可分为四级：①粗滤器：对微生物仅有10% －60%滤效，滤料多由动植物纤维或合成纤维组成，一般用于预滤。②中效滤器：对微生物滤效为60%—90%，滤料多用泡沫塑料、玻璃纤维或纸浆做成，用于通风量较大、滤效要求不高的场合。③高效滤器：对微生物滤效为90%—99%，滤料多用玻璃棉、纸浆与石棉纤维制成，用于通风量小、要求较严场合。④超高效滤器：滤料多由石棉纤维、超细玻璃棉、矿渣棉或带静电的过氯乙烯纤维制成，对微生物的滤效超过99.9%，多用于要求最严的场合，如对生物制剂气溶胶的防护、微生物强毒实验室空气的消毒、饲养无菌动物的通风和工业生产中气体的灭菌等。临床用6层纱布口罩的效果，相当于中效滤器；鼠疫疫区用纱布棉花口罩，相当于高效滤器；以带静电的过氯乙烯纤维制做的64型防护口罩，滤效可达99.9%以上，相当于超高效滤器。

化学消毒

利用化学药物杀灭微生物的方法称化学消毒法，所用药物统称消毒剂。消毒剂中可杀灭一切类型微生物者，如漂白粉、过氧乙酸、环氧乙烷、甲醛、戊二醛等，因可用于灭菌处理，称灭菌剂。消毒剂中主要为抑菌作用的药物，如吖啶黄、结晶紫、苯甲酸、8-羟基喹啉等，多仅用于抑菌或防腐，称抑菌剂或防腐剂。理想的消毒剂首先应有较强的杀菌能力，要求杀菌谱广、作用快、有效浓度低、穿透力强、不易受理化因素的影响。此外，尚应具备易溶于水，性质稳定、对人畜无害、不损坏物品、使用安全、价格低廉、可大量供应等特点。在绝大多数情况下，增加药物浓度、延长作用时间、提高温度或兼用机械擦拭、刷抹等均可增强消毒效果。有机物的存在则可降低消毒效果

化学消毒剂按其化学组成可分卤素化合物、过氧化物、环氧化物、醛类、酚类、醇类、季铵盐类、酸类、碱类及重金属盐等。按作用时的物态可分为气体与液体消毒剂。气体消毒剂常用者有环氧乙烷、环氧丙烷、乙型丙内酯、溴甲烷、甲醛及臭氧等;液体消毒剂有醛类、酚类、醇类、酸类、碱类、季铵盐类、重金属盐类、过氧化物类及卤素消毒剂等。大部分气体消毒剂的液体也可杀菌,故同时又可作为液体消毒剂。

过氧化物类消毒剂 过氧化物类消毒剂含有二价基"—O—O—",为强氧化剂,具有较好杀菌作用。最常用者为过氧乙酸与过氧化氢。

过氧乙酸(CH_3COOOH)(过醋酸) 为无色透明液体,具刺激性酸味。不稳定。有漂白及腐蚀作用。遇热、有机物、金属离子或强碱易分解,产物对人无毒。市售过氧乙酸浓度一般为20%左右。过氧乙酸可杀灭各种微生物,其浓度系数为1—2.3,温度系数为1.2—10,于零下20℃时,仍有一定杀菌作用。有机物可降低其杀菌作用。手消毒用0.04%—0.2%溶液浸洗1—2min;日常用品用0.04%溶液浸泡1—2h,或0.5%溶液浸泡10—30min;食品用0.2%溶液浸泡1—30min;家俱或地板用0.1%—0.5%溶液喷洒或擦拭消毒10—60min;室内物品用2%溶液气溶胶喷雾(8—10 ml/m³),密闭1/2h。其气体也可用于室内表面熏蒸消毒;残留药物经1h左右,由于挥发、分解,所剩极微。

过氧化氢(H_2O_2) 其水溶液又称双氧水,无色、无臭、味酸,振摇后易起泡。3%水溶液的杀菌力至少可保持12d不减,用去离子水稀释者更为稳定。对人无毒,可用于皮肤消毒;3%—6%溶液处理丙烯树脂埋植物、接触镜片、塑料制品、宇航器材、服装、食物、餐具,作用10min即可达消毒目的;10%—25%溶液作用60min,可达灭菌要求,金属与织物长期接触可被腐蚀退色。

高锰酸钾($KMnO_4$)(灰锰氧) 为暗紫色结晶,溶于水,属强氧化剂,可杀灭细菌和病毒,破坏肉毒毒素。多以0.01%—0.02%溶液作粘膜消毒,0.1%溶液作皮肤或水果蔬菜消毒。消毒水果蔬菜需作用10—60min。

臭氧 臭氧(O_3)常温下为气体,于水中溶解度为3%,常温下可自行分解放出新生氧。1%水溶液的半衰期为15min,故须现产现用。臭氧气体易爆炸,有特臭,对人体有害。最高容许浓度为0.1ppm(0.2mg/m³)。杀灭空气中病毒需10ppm(2mg/m³),作用5min。熏蒸消毒时相对湿度以60%—80%为好。臭氧除用于熏蒸消毒外,并可用于水的消毒。

卤素消毒剂 卤素消毒剂是指用作杀菌的卤素及其化合物。卤素的化学性能以氧化作用为主。常用氯与碘及其化合物。

含氯消毒剂 皆为白色或淡黄色粉末,有强烈氯臭。对金属与织物有腐蚀性,能使物品漂白,对皮肤粘膜有刺激作用。可杀灭各种细菌的繁殖体和芽孢真菌及病毒等。其杀菌作用多认为主要是药物经水解后产生次氯酸(HOCl),次氯酸的分子小,不带电,可穿过微生物的细胞壁与细胞浆中的蛋白质,与酶发生氧化作用而使微生物死亡。

含氯消毒剂的杀菌作用大小决定于其有效氯的含量。有效氯含量愈多,作用时温度愈高,杀菌作用愈强。有机物可降低其杀菌作用,如20%血清约可使杀菌作用减弱50%。pH值增高,次氯酸大量解离,亦不利杀菌作用。在pH值6与pH值10的不同条件下,杀菌能力可相差50倍。

含氯消毒剂种类甚多,可分无机与有机两大类。常用的无机含氯消毒剂为漂白粉。有机含氯消毒剂较无机含氯消毒剂稳定,但因有效氯释放慢,故杀菌作用较迟缓。其种类甚多,国内常用氯胺-T和二氯异氰尿酸钠。

使用漂白粉时,多配成水溶液。其混悬液呈白色,称漂白粉乳液;待固体部分沉淀后,其上清液无色透明,称漂白粉澄清液(10%—25%),可用于消毒排泄物、水、空气、物品表面等。消毒所需药物浓度应随有效氯实际含量调整。

氯气溶于水中亦可形成次氯酸,同样有较好杀菌作用。因其须冷压为液体贮于钢瓶中备用,诸多不便,故仅用于对水的大量消毒处理。

氯胺-T又称甲苯磺酰氯胺钠盐,含有效氯24%—26%,可溶于水,25℃时溶解度为12%,性稳定,密闭保存1年有效氯降低不到0.1%。其刺激性较漂白粉小,对物品损害也较轻。用法同漂白粉。

二氯异氰尿酸钠(优氯净)含有效氯60%—64.5%易溶于水,25℃时溶解度为25%。其固体极稳定,但水溶液易分解。1%溶液置于20℃下1周,有效氯可丧失20%。其杀菌作用受有机物影响较小,用法同漂白粉,但药液浓度可减半。阴离子表面活性剂对之有增效作用。

碘与碘伏 碘溶于醇,微溶于水,对微生物的杀灭主要是游离碘对蛋白质或酶的碘化作用。碘化钾可助溶,但能使游离碘减少而I_3离子增多,I_3比I_2的杀菌作用弱,故加碘化钾不宜过量。碘杀灭微生物所需的最低浓度和时间,对一般细菌繁殖体为50ppm,作用10min;对芽胞为300ppm,作用5min,或1000ppm,2min;对水中脊髓灰质炎病毒为125—375ppm,作用1min;对结核杆菌为100ppm,作用30min,或200ppm,15min。在酸性溶液中游离碘增多,杀菌作用可加强。实际使用时,皮肤用2%溶液消毒1min;粘膜可用0.05%—0.1%溶液冲洗;一般物品用0.1%—2%溶液抹擦或浸泡1—10min。常用的碘制剂有:①碘酊:为碘2g和碘化钾1.5g溶于蒸馏水48ml中加95%酒精和异丙醇至100ml而成。②卢戈溶液:为含5%碘及10%碘化钾的水溶液。

碘伏(iodophor)为碘与表面活性剂(如聚乙烯吡咯酮)的不定型结合物。易溶于水,杀菌力强,刺激小、气味弱,毒性低、稳定性强,腐蚀性小,着色轻,且有去污作用,但价格较贵。目前国外有多种商品。此类药物除用于外

科术前皮肤消毒外，亦可用于对器皿物件与环境的消毒。消毒时，使用药液的浓度含有效碘 25—150 mg/L，作用 1—10 min。

醇类消毒剂 醇的浓溶液有吸水作用，可将微生物立体结构破坏，并使之凝固。常用者有乙醇及异丙醇。

乙醇 俗名酒精，无色透明液体，易挥发，有酒气及辛辣味，可燃。乙醇中加有 10%甲醇者称变性酒精，其杀菌作用如乙醇。乙醇可杀灭除细菌芽胞外的各种微生物，但对肝炎病毒作用较差。浓度低于 50%时，杀菌作用降低，浓度高于 80%因凝固蛋白质过速，妨碍继续渗入，杀菌效果反而减弱。有机物如血、痰或脓均可降低其杀菌作用。温度每提高 10℃可增强效果几十倍。乙醇与其他消毒药物配成酊剂，常有增效作用。由于所需浓度高，不能杀死芽胞，故一般只用于消毒皮肤及不要求无菌的器械。

酚类消毒剂 酚类消毒剂能降低表面张力，易吸附于微生物，改变细胞壁通透性，凝固菌体蛋白质，抑制酶的活性。为增加杀菌能力，减少毒性，以苯酚为基础合成了大量衍生物，作为消毒剂。

苯酚 又称酚或石炭酸，为无色结晶，遇光或空气易变为浅红色，具特殊臭味。易溶于醇，能溶于水呈弱酸性。1%—2%苯酚溶液于 5—10 min内可杀死细菌繁殖体、真菌和病毒，但不能杀死细菌芽胞，其浓度系数为 4—6。温度由 20℃升至 40℃或pH值由 10 降至 6 均可使杀菌时间缩短一半。用醇配制溶液，或在溶液中加食盐，均可提高杀菌效果。

为加强酚类消毒剂的杀菌作用，可配成皂化溶液使用。最常用为甲酚皂溶液，又称煤酚皂溶液或来苏尔。甲酚皂溶液含甲酚 48%—52%，呈红褐色碱性浓稠液体，有酚臭，苯酚系数为 1.6—6。消毒时，常用 2%—3%溶液洗手、浸泡衣物或擦拭家具、墙壁和地面。其他用肥皂配制的酚类消毒液有二甲酚皂溶液、邻苯基苯酚皂溶液等。

醛类消毒剂 醛类(aldehyde)消毒剂可使蛋白质与酶烷基化，或与蛋白质分子交联，降低细胞通透性，阻碍微生物新陈代谢，使之死亡。

福尔马林 为 36%—40%甲醛水溶液，无色透明，有强刺激性。消毒时，对细菌繁殖体与真菌用 4%—10%溶液作用 30 min以上，对细菌芽胞用 20%溶液作用 4 h以上。甲醛气体杀灭细菌繁殖体所需的浓度为 1 mg/L，作用 20—50 min；杀芽胞较杀灭繁殖体所需浓度约高 2—15 倍。甲醛蒸汽穿透力弱，消毒时应将物品摊开。

戊二醛 无色油状液体，有微弱甲醛气味。不易挥发，与水或醇可任意混溶，水溶液pH值为 4—5。于碱性条件下可聚合。

戊二醛于pH值较高条件下杀菌力强，故常以 0.3%碳酸氢钠或碳酸钠配成碱性溶液（pH值 7.5—8.5）使用。碱性戊二醛水溶液的杀菌作用约比甲醛强 2—10 倍。市售 2%碱性戊二醛溶液可杀灭各种微生物，对细菌繁殖体所需时间为 1—2 min，对结核杆菌及真菌为 5—10 min，对病毒为 10 min，对细菌芽胞为 4—12 h。温度增高，杀菌效果增强，但温度系数较甲醛为低。多用于浸泡各种内镜、导管、麻醉用品、牙科及外科器械，也可用于密闭空间气溶胶喷雾或加热熏蒸进行表面消毒。

环氧化物消毒剂 包括环氧乙烷、环氧丙烷及乙型丙内酯等，其液体及气体皆具有较好杀菌的作用，常用作气体消毒剂。环氧化物杀菌机制主要是使微生物蛋白质或酶烷基化，故又称烷化剂。

环氧乙烷 常温下为无色气体，具乙醚气味，易燃易爆，现已有防燃防爆合剂。常见者有环碳合剂、环氟合剂及环溴合剂。

环氧乙烷可杀灭各种微生物，对细菌芽胞与繁殖体的杀灭作用相差 2—10 倍，25℃下 4 h内杀灭芽胞所需浓度为 442 mg/L，浓度加倍，消毒时间可以减半。环氧乙烷穿透力较强，可透过玻璃纸、硬卡纸、聚乙烯或聚氯乙烯薄膜、纺织品及薄膜的油或水。对纸和布等有孔物质消毒效果好，对玻璃和金属等无孔物质消毒效果差。塑料、橡胶或水等可吸收大量环氧乙烷降低药物浓度，因而使用剂量须相应加大。

环氧乙烷对人有一定毒性，工作场所空气中容许浓度为 50 ppm（0.1 mg/L）时，吸入过量可引起急性中毒，进入血液可引起溶血，与皮肤、粘膜接触可引起烧伤。消毒后的物品应彻底通风散气。密切接触皮肤的乳胶或塑料制品，须通风 18 h以至数日，才可使用。

季铵盐类消毒剂 季铵盐类(quaternary ammonium compounds)化合物的模式结构为：

$$\left[\begin{array}{c} R_1 \\ | \\ R_4-N-R_2 \\ | \\ R_3 \end{array}\right]^+ X$$

其中R_1—R_4代表烷基、芳香基或杂环有机根，与氮原子结合成阳离子活性基团。X代表阴离子，多为氯或溴。阳离子活性基团具有表面活性及杀菌作用，故又称阳离子表面活性消毒剂。此类药物易溶于水及乙醇，无色、无臭，性质稳定。杀菌主要由于高度表面活性作用增强了细胞膜通透性，甚至使细胞膜破裂或溶解，也可抑制酶的活性或使蛋白质变性沉淀。对革兰阳性菌的杀灭作用较对阴性菌强数倍至数十倍，也可杀灭真菌和亲脂性病毒，对结核杆菌效果差，不能杀灭细菌芽胞。其杀菌作用随pH或温度升高而加强，随有机物、金属离子或阴离子表面活性剂等的存在而减弱。其 0.1%—0.5%溶液常用作手术前洗手及皮肤消毒，也可用于浸泡衣物或擦拭物体表面；0.02%溶液可于妇产科及泌尿科作粘膜冲洗用。

季铵盐类消毒剂种类很多，国内主要有：新洁尔灭[$C_{12}H_{25}(CH_3)_2NCH_2C_6H_5Br$]、消毒净[$C_{14}H_{29}(CH_3)C_5H_4NBr$]、度米芬[$(C_{20}H_{36}N)^+Br^-$]等。

重金属盐类消毒剂 金属中比重>5者为重金属。部分重金属有抗菌作用，以汞和银的化合物作用最大，铜、铁和锡的化合物次之。

常用汞盐有：升汞($HgCl_2$)、硫柳汞($C_2H_5HgSC_6H_4COONa$)、硝酸苯汞($C_6H_5HgNO_3$)与红汞($C_{20}H_8Br_2HgNa_2O_6$)等。汞离子与微生物蛋白质或酶结合而干扰其新陈代谢。主要为抑菌作用。

上述汞盐多作为抗菌剂或防腐剂，使用浓度为0.01%—0.1%。因其毒性大，可污染环境，现少用

其他 在液体消毒剂中使用较多的尚有洗必太、强酸、强碱、表面活性剂以及三苯甲烷与吖啶类化合物等。

洗必太为白色晶粉，无臭，性稳定。为增加其溶解度，常制成盐酸盐、醋酸盐和葡萄糖酸盐使用。低浓度溶液有使细胞浆渗漏与抑制酶的活性；高浓度溶液可凝聚细胞浆，使微生物死亡。洗必太可杀灭大多数细菌繁殖体，但对结核杆菌、真菌及细菌芽胞仅有抑制作用，其杀菌作用以pH值8时为最强，pH值降至5.2后即很弱 有机物和肥皂可以降低其杀菌作用，洗必太毒性低，常用0.05%—0.1%溶液于术前洗手，或以0.5%—1%醇溶液代替碘酊作皮肤消毒。其0.1%—0.5%溶液可浸泡衣物，喷洒墙壁或擦拭地板，但需作用10—60 min。

生物消毒

利用生物于新陈代谢过程中形成的条件将微生物杀灭或清除的方法，称生物消毒法。如污水净化，可利用厌氧微生物的生长来阻碍需氧微生物的存活；粪便、垃圾堆肥，可利用嗜热菌发酵产生的热杀灭病原微生物；水的过滤，可利用生物在新陈代谢过程中形成的生物膜将微生物滤除。生物消毒法作用慢，效果不完全可靠，但比较经济，对大量的粪便、垃圾、污水等仍不失为一种基本的处理方法。

消毒方法的应用

疫源地消毒 疫源地消毒按实施时间不同，可分为随时消毒与终末消毒。随时消毒指疫源地内仍有传染源存在而及时进行的消毒。其目的是迅速消灭排出的病原微生物，以免扩散。此类消毒于发现患者时即应开始，直至隔离期终了为止。其特点为多次性和重复性。发生传染病时，对住院或暂时留家患者进行的日常消毒处理皆属此范畴。终末消毒指传染源因住院、转移、痊愈或死亡等离开疫源地后，对疫源地进行全面的最终性消毒处理。其目的是杀灭与清除传染源遗留在周围环境和物品上的病原体，彻底消除疫源地。

传染病发生后，对疫源地消毒的具体要求应随其流行病学特点而定。对传染性强，病原体在外界存活时间较长的传染病，如鼠疫、炭疽、霍乱、伤寒、白喉、痢疾、结核、天花、病毒性肝炎、脊髓灰质炎等，不仅要做好随时消毒，且应于终末消毒时进行全面消毒处理。对传染性较强、但病原体抗力很弱不能在外界久存的传染病，如猩红热、麻疹、水痘、流行性腮腺炎、流感等，除进行一些必要的随时消毒外，终末消毒时可采取通风、日晒、清扫、擦抹等一般性清洁卫生措施即可，患者本身无直接传染性的传染病，如细菌性食物中毒、黄热病、恙虫病、登革热、各类虫媒脑炎等，一般不需采取特殊消毒措施。

医院中疫源地消毒多于传染病医院或综合医院中的传染病科(或病房)中进行，患者家庭或集体宿舍等的随时消毒一般在专业人员指导下，由家属或患者本人进行；终末消毒则多由卫生防疫站、消毒站或附近医疗机构进行。

消毒顺序一般先消毒污染轻者，再消毒污染重者。欲进室内，先消毒门及门把手，然后进入消毒地面。若用喷洒法，应边喷边进；室内消毒完后再喷一次地面，边喷边退。喷洒或擦拭消毒，应由上往下、由左至右依次进行。墙面消毒高度，肠道传染病为2 m，呼吸道传染病为3 m或至天花板。若用熏蒸消毒法，应尽量使房间密闭，被消毒物品松散摊开，并控制所要求的温度、湿度和时间。不能在现场消毒的物品，可装入隔离袋内，并在袋外喷消毒液后带回处理。

医院消毒 医院消毒是指在医院中为防止感染而进行消毒处理的总称。处理的主要对象为医疗护理用品、室内环境及患者与工作人员的皮肤、粘膜等。

医院消毒分传染病疫源地消毒与一般预防性消毒两部分。医院中的传染病疫源地消毒是指对传染病患者的隔离室及可能受其污染场所和物品的消毒处理。目的是防止病原微生物传给其他易感者。医院中的一般预防性消毒，目的是防止患者于医疗护理过程中被周围环境中较普遍存在的微生物如金葡菌、致病性大肠杆菌、绿脓杆菌、变形杆菌等所感染(见"医院内感染控制"条)。因此必须进行经常性的消毒与灭菌处理。

医护用品消毒 各项用品所需达到的消毒要求，应随其对引起感染的危险程度确定。第一类物品要求最严，须进行灭菌处理，如各种注射器、针头、敷料、静脉输液器与注射液，用于伤口的油膏与粉剂，手术用器械、巾单、生理盐水、心肺机、指甲刷，病理解剖用过的器皿，以及用于严重烧伤患者、白血病晚期患者、免疫抑制剂治疗患者或早产儿等极度易感者的各种物品。灭菌时，应尽量使用高压蒸汽法，油膏、粉剂与玻璃器皿，可用干热灭菌法。对不耐热物品，可于丁基橡胶袋中用环氧乙烷(2.5 g/L)熏蒸2 h(>20℃)，或以其他灭菌剂处理。

第二类为全部杀灭染有细菌繁殖体与病毒后才能使用的物品。此类物品若有条件进行灭菌处理则更为理想。如麻醉器材，吸入治疗设备、内镜、体温计、各类导管等。常用消毒方法，除湿热、干热、环氧乙烷熏蒸外，尚可用2%戊二醛、5%福尔马林、75%乙醇、2%碘酊等涂抹或浸

泡。麻醉设备每次用后均应清洗消毒。其耐热部件可高压灭菌或煮沸;不耐热部件可用环氧乙烷熏蒸或浸于2%戊二醛中15 min,或75%乙醇中30 min,然后用水洗净。橡胶部分,如面具、弯管、贮气囊等,可置75℃水浴中低热消毒10 min,或用75%乙醇擦拭。内镜类器械与各种导管,可用煮沸法消毒。不耐煮沸者,可用低热消毒法处理,处理时应使水在管道内循环流动。电气部分若不宜加热,可用碘酊与75%乙醇擦拭。体温计用毕,用棉球擦净粘液,浸入消毒液(75%乙醇,或在其中再加0.2%碘或0.2%过氧乙酸)。放射治疗用镭针或铯针,需在铅制防护容器中用消毒液浸泡。

第三类为杀灭或清除病原菌即可使用的物品。非传染性患者用过的纺织品,无明显污染者,经用热水、肥皂洗净后即可再次使用;有排泄物污染者,需经消毒液或环氧乙烷气体消毒后再洗涤。便盆、痰杯应由患者专用,定期消毒。体外检验用的器械与设备可用碘酊、乙醇、戊二醛等消毒剂擦拭消毒。担架、病车等可根据情况选用消毒剂喷洒或擦拭。

排泄物消毒 传染病患者的分泌物与排泄物带有大量病原体,应作为消毒的主要对象。其处理重点随传播方式而异。如呼吸道传染病,应重点处理痰与口鼻分泌物;肠道传染病,应重点处理粪便与呕吐物。天花疱疹的痂皮、腺鼠疫淋巴结的脓液、乙型肝炎患者的血液均含大量病原微生物,应彻底消毒。

患者排泄物,多以漂白粉乳液或干粉消毒,乳液用量为排泄物的2倍;干粉用量为排泄物的1/5。作用时间,病毒性肝炎为6 h,其他肠道传染病2—4 h即可。对少量分泌物,如结核病患者的痰,可用纸盒盛装焚化,亦可加等量1%过氧乙酸、10%煤酚皂溶液,作用30—60 min。鼠疫、霍乱、炭疽等烈性传染病患者尸体,可污染周围环境引起流行,应于消毒处理后焚化或深埋。

污染物品消毒 传染病患者周围环境与有关物品,如医疗器械、服装卧具、日用器皿、书籍杂物、家具、污水、车辆与住室等,可视传染性大小与污染的严重程度,分别给以适当消毒处理。

住室与家具,平时可根据病原体种类选用1%—10%漂白粉、0.2%—2%过氧乙酸、0.5%新洁尔灭或1%—5%煤酚皂溶液擦拭;终末消毒时,除可用上述消毒液喷洒擦拭外,最好用福尔马林(12.5—50.0 ml/m³)熏蒸12 h,或过氧乙酸(1—3 g/m³)熏蒸90 min。

各种器皿,可煮沸15—20 min,或洗净后用0.5%—1.0%过氧乙酸或5%漂白粉上清液浸泡30—60 min。服装、被单等,除用热力消毒或消毒液浸泡外,亦可用福尔马林(50—125 ml/m³)熏蒸3 h,或过氧乙酸(1—3 g/m³)熏蒸90 min。忌热、忌湿物品,如书籍、棉衣等可放丁基橡胶袋内用环氧乙烷(2.5 g/L)熏蒸2 h(20℃)。

传染病患者用过的医护用品,须经严格消毒后再清洗。污染的手与皮肤,用0.2%过氧乙酸浸泡1—2 min,较用2%酚类或0.1%季铵盐类消毒剂作同样处理的消毒效果为好。

食具消毒 食具消毒法分为加热消毒和化学消毒两大类。

加热消毒常用煮沸、蒸汽和烫洗三种方法。沸水洗烫一般可以对肠道细菌如大肠杆菌、伤寒杆菌和痢疾杆菌等有一定消毒效果,但不能完全灭菌。

化学消毒时常用漂白粉、碘伏、过氧乙酸、次氯酸钠、食具净333等,此外还可用洗必太、新洁尔灭、高锰酸钾和氯胺等(见"化学消毒"条)。漂白粉一般用5%上清液,浸泡30—60 min。食具净333是国内生产的一种新型食具消毒剂,主要成分有次氯酸钠和二氯异氰尿酸钠,含有效氯20%左右。溶液较稳定而消毒效果好。用含170.9 mg/L有效氯的食具净溶液浸泡2 min,对大肠菌群的消除率达100%,对乙型肝炎表面抗原亦有较好的灭活效果。在食具表面的残留量亦极低。用以上两法消毒时,食具均需先经充分洗涤,以保证消毒效果。消毒后应充分冲洗,以消除残留。

食具的消毒效果,一般以检查消毒后残留的微生物量判定。检出标准尚无统一规定。国内一般以消毒后原有微生物减少60%以上为合格,减少80%以上为效果良好。如按容器有效面积计算,细菌总数<5/cm²为效果良好,5—19/cm²为效果较差,>26/cm²为效果不好。在50 cm²面积内不可检测到大肠菌群。

空气消毒 用物理或化学方法去除或杀灭空气中的病原微生物使之无害化,称空气消毒。空气消毒对减少创伤感染、控制呼吸道传染病传播以及预防食品和药品污染等方面均有重要意义。主要用于消毒室内空气,其目的为:①提供无菌环境,如手术室、注射剂分装室、烧伤病房与抗感染能力低下患者病房等处。②防止扩大污染,如烈性病原体实验室或传染病房等处。③预防呼吸道传染病流行,如当健康人与患者或带菌者在一起时。④处理污染区,如生物战时。通风换气为处理室内污染空气最好方法。每换去相当于整个房间容积的空气,称为一个换气次数。一个换气次数约可去除空气中原有微生物的60%,5个换气次数可去除99%左右。人工通风多将空气经过滤后送入室内。空气由一侧进风口送入,由另一侧出风口排出,称湍流式通风。所用滤器较小,微生物消除不彻底。空气由一侧墙壁全面等速均匀流向另一侧(或由上往下),将污染空气平推而出,称层流式通风。此法所需滤器面积大,保持无菌环境彻底。

过滤除菌为较理想的空气消毒法,除菌率可达90%—99.9%以上(见"物理消毒"条)。一般,对要求无菌程度较高的手术室或实验室供气时,可用高效滤器或超高效滤器过滤除菌。紫外线可杀灭空气中微生物,一般杀菌率仅为50%—99%。但可用于有人情况下的室内空气消毒(见"物理消毒"条)。为防止对人的损伤,房间内每日

照射 8 h者，强度不应超过 0.5 $\mu W/cm^2$

常用而有效的室内空气消毒剂仍推甲醛和过氧乙酸，消毒时可用熏蒸或气溶胶喷雾法，在室内无人条件下使用。

饮用水消毒 饮用水消毒是预防肠道传染的重要措施之一，有物理法和化学法两类。物理消毒常用者为煮沸消毒法；化学消毒常用者为氯化消毒法

（1）煮沸：煮沸为最古老而效果可靠的饮用水消毒法，可全部杀灭肠道致病菌。

（2）过滤：水的过滤除菌常用有砂滤装置和陶质滤器。一般优质的砂滤装置的除菌率可达 95%～98%。陶质滤器型号适宜时可将水中细菌全部去除。饮用水过滤装置易堵塞，需定期清洗以保持通过的水量。

（3）紫外线照射：紫外线照射清水，剂量为 16 000 $\mu W \cdot s/cm^2$时，可杀灭大肠杆菌或伤寒杆菌 99.99%以上（见"物理消毒"条）。紫外线消毒器用 30 W灯管一支每小时可处理 150—2 000 L水。

（4）氯化消毒：用氯或含氯消毒剂处理水称氯化消毒，为目前集体供水中最普遍的消毒方法。饮用水消毒的含氯消毒剂，除氯本身外，常用的无机化合物有漂白粉、次氯酸钙、次氯酸钠等；有机化合物有氯胺-T、氯胺-B、氯胺-C、清水龙、氯溴三聚异氰酸、二氯异氰尿酸钠等。无机化合物作用较快，但不稳定；有机化合物性质稳定，但作用较慢。

含氯消毒剂的使用量，按有效氯计算。加氯量愈多，接触时间愈长，消毒效果愈好。加氯量多少可根据余氯浓度（mg/L）和消毒接触时间（min）的乘积调整。余氯系指经氯化消毒作用一定时间后水中剩余的氯，分为游离性余氯（HOCl，OCl^-）和结合性余氯（NH_2Cl，$NHCl_2$，NCl_3）。两者之和称总余氯。结合性余氯较游离性余氯杀菌作用弱。氯化消毒时，水的理化条件可影响效果。氯溶于水中可形成次氯酸或次氯酸根。次氯酸的杀菌效果较次氯酸根强数十倍。当水的pH值为 7.0 时，未解离的次氯酸可占 73%左右，pH值愈高，次氯酸解离为次氯酸根愈多，杀菌作用亦愈弱。反之，水的pH值愈低，杀菌作用愈好。消毒时水温升高，氯的杀菌作用也随之增加。一般 0—5℃时杀灭一定量大肠杆菌所需时间较 20—25℃时长 3 倍。有机杂质既消耗有效氯，又可包藏细菌，故混浊的水应先经沉淀和过滤，再行氯化消毒。

目前中国各城市自来水厂多以液氯消毒，采用单位时间内定量投加法。中国卫生部1976年颁发的《生活饮用水卫生标准》中规定，游离性余氯在接触 30 min后应不<0.3 mg/L。集中式给水，除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水不<0.05 mg/L。由于水源水质多不相同，加氯量亦不同。农村或小城镇分散供水时，井水可直接于井内消毒，泉、河、湖、塘中的水则将水置于缸或池中进行消毒。一般加氯量要求能在作用 30 min后游离性余氯不<0.3－0.5 mg/L。目前使用最普遍的药物为漂白粉，消毒次数应根据水源水质、用水量和余氯量变化适当安排。一般夏秋季每日 2—3 次，冬春季 1 次。为减少每日消毒的繁琐手续，可采用持续加氯消毒法，即于井或水缸内放置含有漂白粉容器。容器中药量可为每次消毒需氯量的 20—30 倍。一次放入可持续消毒 10—20 d。肠道传染病流行季节处理被污染井水，也可用超氯量消毒法。超氯量消毒的加氯量比常氯量消毒大 5—10 倍。投入消毒剂后，需待 10—12 h再用水，此时余氯可大部消失。若需紧急用水，可于作用15—60min后，按1mg 余氯加 3.5 mg硫代硫酸钠，进行脱氯处理。

（5）臭氧消毒：臭氧消毒作用较氯快，效果受pH值、温度和有机氮化物影响小，且可去除色、臭、味及部分有害物质，增加溶解氧，改善水质。但臭氧于水中可迅速分解，无剩余消毒作用，不能防止配水系统再污染。一般臭氧的投加量应以使剩余臭氧能达 0.1—0.5 mg/L为准。

食品消毒 食品消毒的目的是预防肠道传染病和防止食品腐败变质。前者必须将病原微生物杀灭或清除至无害程度；后者又称食品防腐，有时仅需抑制其中微生物繁殖或酶的活动即可。

（1）加热杀菌：食品加热，可杀灭微生物和害虫，并破坏其中的酶。除常见的蒸、煮、烘、炒等法外，尚可用高温灭菌法与低热消毒法。前者可达无菌，但食品感官性质改变较大，多用于制作罐头时。后者多用于牛奶、酱油、果汁、啤酒及其他饮料，对原有风味影响较小，但有芽胞残留，不能长期保存。牛乳快速加热至 130－150℃，持续 2—8 s，可保存 6 周。将食品于 1—2 min 内加热到 130℃，持续 1—5 min，再密封于罐头内，使成真空，可大大延长食品的保存时间。

（2）低温防腐：食品保存于 10℃以下，可减弱微生物的作用，0℃以下可使微生物作用基本停止，－10℃以下微生物死亡率很高，－20℃以下酶的作用也基本停止。低温保存分冷却保存（0℃）和冷冻保存（－20℃以下）两种，前者适用于小型食品商店，后者适用于大型食品仓库。通常肉类于 4℃左右可保存 2—3 d，0℃可保存 7—10 d，冷冻肉应保存于－20℃。鱼类含大量不饱和脂肪酸，易氧化，冷藏温度以－25—－30℃为宜。冷藏不能全部抑制微生物生长，故食品放入前应尽量减少污染。

（3）脱水干燥：将食品含水量降至一定限度以下，微生物即不繁殖，酶的活性也受抑制。食品防腐对脱水程度的要求随种类而异。脱水处理可用日晒、阴干、加热、减压、真空冷冻干燥、微波真空干燥与微波发泡干燥等方法。

（4）电离辐射：电离辐射可快速消毒大量食品，应用较多者为γ射线。食品处理剂量按 12 D原则，即以测定杀灭 90%微生物所需剂量（D_{10}）的 12 倍作为正式处理剂量；亦可根据需要处理：①完全杀菌剂量，为30—50 kGy，杀灭微生物效果较好。②针对性杀菌剂量，为 5—20 kGy，可针对性杀灭某些病原微生物。③选择性杀

菌剂量,为1—3 kGy,仅可减少微生物数量,延长贮存时间。

1980年联合国粮农组织、国际原子能机构与世界卫生组织专家委员会联席会议确定,经10 kGy以下辐照过的食品,既可保持食物的营养价值,又无毒副作用。

(5) 药物处理:食品抗菌药物种类很多,一类属消毒剂,一类为防腐剂。常用食品消毒剂有过氧乙酸、含氯消毒剂、季铵盐类消毒剂与高锰酸钾等,多用之浸泡蔬菜瓜果与容器,过氧乙酸尚可处理肉、蛋等。此类药物对人们有一定刺激或毒性,须洗净后食用。

食品防腐剂仅有抑菌作用,可直接添加于食品中。普遍使用者为苯甲酸类与山梨酸类防腐剂。苯甲酸在机体内与甘氨酸结合成马尿酸排出,使用安全。在酸性条件下对酵母及细菌抑制能力强,对霉菌较弱,使用时浓度勿超过0.1%。山梨酸可与酶系统中巯基结合而抑制微生物繁殖,为广谱真菌抑制剂,但对厌气性芽胞菌及乳酸芽胞杆菌无效。一般多用山梨酸钾。于pH值5—6以下防腐作用较好,用途同苯甲酸类防腐剂。使用浓度勿超过0.1%。亚硝酸盐可抑制肉类、鱼类加工品中的细菌,特别是厌氧芽胞杆菌。但所形成的亚硝胺等具有潜在致癌作用。四环素等抗生素可延长肉类、鱼类的贮存时间,但可引起抗药菌株,已禁用。

(6) 高渗腌制:在高渗介质中,微生物可因原生质脱水收缩死亡,故有良好防腐效果。食品中盐含量为8%—10%时,可抑制大部分微生物繁殖,含量在15%以上腌制数日可将微生物杀灭。嗜盐性微生物如嗜盐沙雷菌或细菌芽胞能耐更高浓度。因此,腌制时应尽量减少微生物污染。糖渍是指利用60%—65%以上浓度糖液抑制微生物繁殖以保存食品。酵母嗜糖性强,可于高浓度糖液中生长繁殖。糖渍食品易吸水而降低防腐效果。

(7) 酸化抑菌:多数微生物,包括沙门菌与葡萄球菌等病原体,不能于pH值4.5以下发育,故可用提高食品氢离子浓度的方法进行防腐。常用有加酸与发酵两种,多用于各种蔬菜。食醋含醋酸约4%,有一定抑菌效果,使用普遍。其他常用酸类有:琥珀酸、己二酸、富马酸、乳酸、苹果酸、酒石酸、枸橼酸与磷酸等。

发酵保存法多利用乳杆菌或醋酸杆菌发酵产酸以防食品腐败,如国内的泡菜。

杀虫

杀虫是在医学中对卫生害虫进行有效防制的总称。防制的主要对象有:蜚蠊(蟑螂),头虱、体虱与阴虱,臭虫,蚊,蛉,蠓,蚋,虻与蝇类;各种蚤类、蜱、螨、毒蛛等。此类害虫可通过吸血、刺螫、骚扰、寄生或引起变态反应等直接危害人体健康,并传播多类疾病,因而杀虫对除害灭病具有重要意义,为预防医学中的重要组成部分。近百年来,相继发现许多疾病,如丝虫病、疟疾、黄热病、黑热病、鼠疫、斑疹伤寒、森林脑炎、恙虫病等,分别由蚊、蛉、蚤、虱或蜱及螨所传播,使人们认识到杀虫的重要性,并加速了这方面的研究工作。

从40年代起,随滴滴涕(DDT)的高效持久杀虫性能的发现,大量有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类等合成杀虫剂迅速发展,加之杀虫器械与使用方法的改进,杀虫科学乃进入一个新时期,虫媒病防治取得显著成绩。

随上述杀虫剂的长期大量使用,卫生害虫的抗药性日益严重,杀虫剂对环境的污染也已成为众所关注的问题。实践证明,单靠化学药物,并不能完全解决害虫的防制。因此目前认为必须采取多种途径与方法,亦即走综合防制或综合治理之路,才可取得良好效果。

综合防制系指按本标兼治,以本为主,以有效、经济、简便、安全(包括对环境无害)等原则,因地因时制宜,综合采用环境、化学、生物、物理以及其他防制手段所组成的系统防制措施。卫生害虫防制的途径,按其性质和技术可分为以下六类:

环境防制 是害虫防制的基本措施。此类防制包括环境改造、环境处理以及改善人类居住条件和习惯等,以防止害虫孳生,或减少与人的接触而免受其害。化学、生物或物理等防制作用一般较短暂,而环境防制常可达较久效果。

环境改造指清除或减少害虫孳生地,而对土地、水体或植被进行的各种改造。排水、平整土地、修整沟渠等等属之。环境处理指在害虫孳生地,造成暂时性不利其孳生的各种措施,如水位波动、间歇灌溉、焚烧或清除陆生植被、荫蔽或曝晒、控制水生植物以及设闸冲刷等。改善人类居住条件和习惯可减少人、病媒、病原体三者的接触,从而减少感染的机会。如限制进入危险区域、设置动物屏障、污水污物处理以及个人防护等。

环境防制中的某些措施,如填平洼坑、翻缸倒罐、清除无用积水等,简单易行,对清除如淡色库蚊与白纹伊蚊等孳生场所可起重要作用。某些规模较大,情况较复杂的环境改造和处理,需有水利工程与卫生工程人员以及农学家与医学昆虫工作者协作努力,才可较好开展。

化学防制 是以天然或合成药物毒杀或驱走害虫以达防制目的的措施。目前常用药物以合成杀虫剂为主,如有机氯类、有机磷类、氨基甲酸酯类与拟除虫菊酯类等杀虫剂。此等药物对害虫的作用方式主要有:①胃毒:即经害虫消化系统进入体内产生毒性作用。②触杀:接触害虫表皮,进入体内,使之中毒或死亡。药物微粒弥散于空间,接触幼虫体而引起的触杀作用,又称空载触杀。③熏蒸:以气体状态经害虫气孔进入体内产生毒性作用。④内吸:先由动物或植物吸收,再经害虫刺叮吸入而引起中毒或死亡。

化学防制见效快,施行方便,适合大规模处理。于虫媒传染病流行时常首先采用此法以控制发病,为综合防

制措施的重要组成部分。但随化学杀虫剂的长期大量使用,也产生了抗药性、污染环境、破坏生态平衡等一系列新问题。为克服这些缺点,除努力寻找高效低毒、易于降解的新杀虫剂外,应加强杀虫剂的合理使用,包括有计划地轮换使用等。

生物防制 生物防制指利用某些生物或其代谢产物以控制害虫的措施。此法对人畜无害,一般不造成环境污染,某些天敌的引入尚可对害虫起长期抑制作用,故近年国内外均较重视。

生物防制的基本方法有:①为养殖自然界天敌或培养病原微生物;大量释放,以增加其在环境中的数量,使害虫受到抑制。如于稻田中放养鱼类吞食孑孓。②为从外地移植新天敌,使害虫受到更多新的抑制。如某些太平洋岛屿引入巨蚊(Toxorhynchites)以控制容易孳生的伊蚊。

防制卫生害虫的天敌包括捕食者(鱼类、捕食昆虫等)与病原生物(病毒、细菌、真菌、小孢子虫、索虫等)两类,后者为现代生物防制发展的重点。捕食者主要针对蚊类幼虫,实际推广应用者仅有鱼类。在病原生物方面,占优先地位者为苏云金杆菌血清型H-14,其次为食蚊罗索虫与球形芽胞杆菌,此三类微生物已有商品或接近工业生产,均可用于防制蚊类幼虫。

遗传防制 50年代,在中美库拉索(Curacao)岛和美国佛罗里达州释放辐照绝育雄蝇,成功地防制危害牛群的旋丽蝇以来,在卫生害虫防制上已受到重视。广义而言,凡通过改变害虫遗传物质,从而降低其繁殖势能的任何措施,均属遗传防制。

物理防制 物理防制系指利用机械、光、声、电、温度等物理因素进行杀虫或防虫的措施。如拍打蚊蝇、诱阱捕蝇、火燎跳蚤、水烫虱子等,均为常用的物理防制法。近年国内外正发展各种光诱器以诱杀成蚊。使用纱窗、纱门、纱罩等机械阻隔以防蚊、蝇侵害,亦属物理防制范畴。

法规防制 法规防制系指利用法律或条例规定,防止媒介昆虫传入,用监督及强制手段进行害虫防制。检疫是防止从外国或外地传入媒介昆虫的重要措施。因国外媒介昆虫传入而引起疾病流行者不乏先例。如30年代,巴西曾因非洲疟疾媒介冈比亚按蚊的带入并于当地繁殖孳长,引起疟疾大流行。目前,空运日益发达,飞机传播害虫的危险性也愈来愈大。如1947-1960年,美国本土与波多黎各岛,从外来飞机检获蚊虫即达87种,20 000只之多。

法规防制虽带强迫性,但为了保障广大群众健康,某些合理规定仍属必要。

杀虫剂

杀虫剂系指毒杀媒介昆虫及其他有害节肢动物的药物。18世纪至20世纪初,多使用无机杀虫剂巴黎绿、砷酸钙、氟化钠或植物杀虫剂除虫菊、鱼藤等。自1939年发现滴滴涕(DDT)的良好杀虫作用及1942年发现六六六杀虫效力后,有机磷、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类与昆虫生长调节剂类等杀虫剂相继出现,为有机杀虫药的发展开创了新局面。

有机杀虫剂一般具广谱、长效、高效等特点,可迅速压低虫群密度,为目前防制卫生害虫的主要药物。此类杀虫剂发展甚速,已有数十个品种得到广泛应用,除滴滴涕、狄氏剂与六六六等有机氯杀虫剂因在自然界不易降解,某些国家已限用或禁用外,其他如有机磷类与氨基甲酸酯类等杀虫剂的新品种仍在研究发展。拟除虫菊酯类杀虫剂通过合成与使用的改进,也已日渐受到重视。

常用杀虫剂剂型有:粉剂、可湿性粉剂、乳油、烟剂、气雾剂与缓释剂等,制剂的品种则更为繁多。杀虫剂须通过剂型和制剂的合理配伍才可充分发挥作用。

粉剂适于喷撒地面、床铺,以灭蚤、臭虫、蜚蠊、蜱和螨等,或用于衣、被灭虱。药效持久,皮肤不易吸收,不污染衣物,但作用较油剂、乳剂为慢。

可湿性粉剂水悬液,用于处理粗糙表面,药物不易被吸收,效果持久,但不如油剂与乳剂速效,常用于室内滞留喷洒。

油剂与乳剂穿透性好,作用快,药效持久,但油剂易产生植物药害。高浓度油剂可用于超低容量空间喷洒,制剂须具有适宜的粘度、挥发度与表面张力,并对植物无药害。

烟剂或热雾适用于闭合空间和林区,可大范围施放,作用快速,但无滞效。在开阔地施放,需掌握气象条件,利用好地形和地势。气雾剂为一种使用方便的剂型,可装于金属罐内,以氟里昂为发射剂喷出,或经特殊器械用压缩空气喷出。含天然除虫菊或拟除虫菊酯的气雾剂,作用快,效果好,无刺激,无污染,为室内速效杀虫优良制剂,但多无残效作用。

缓释剂为近年发展的新剂型,系将杀虫剂经特殊处理吸附或包藏于某些载体内,使之缓慢释放以延长药效,降低毒性,减少环境污染。多用于杀灭水体内蚊类幼虫。

理想杀虫剂应具备以下特点:①对害虫有剧毒,对人、畜低毒或无毒。②有多种杀虫作用,即可直接经昆虫的消化道、表皮、气孔引起中毒,亦可经内吸方式间接引起中毒。③可制成多种剂型,并可混合配制成各种制剂而性质不变。④化学性质稳定,耐储存,在自然环境中可逐渐降解。⑤无不良气味,无驱虫作用。⑥一般用量对植物无药害。⑦不腐蚀物品,特别金属器具。⑧生产简易,价格便宜。显然,寻找完全符合上述条件的药物,尚需作巨大努力。既要寻找新型药物,又要对原有品种进行改造。

化学杀虫剂

化学杀虫剂系指用以毒杀媒介昆虫及其他有害节肢动物的天然或合成药物。常用的有以下几种:

有机氯杀虫剂 有机氯杀虫剂系指用于杀灭害虫的含氯有机化合物,目前已有约60种,国内过去常用者为滴滴涕(DDT)与六六六。因长期大量使用可造成土壤、河流、湖沼等污染,目前国内和许多国家已禁用或限用。世界卫生组织虽仍推荐用于室内滞留喷洒防制媒介按蚊,但需研究解决其残毒问题和促使其分解的催化剂(如加入少许锌盐或镁盐);有的研究向土壤内施放强吸附剂,以阻止其进入土壤和植物体,减少水对残留药物的冲洗;有的正寻找易为生物降解的新化合物,并已发现用某些基团取代苯环上对位氯,可减轻对环境的污染,如甲氧滴滴涕、乙氧滴滴涕、甲基滴滴涕、甲硫滴滴涕等。

滴滴涕为神经毒剂,渗入虫体后,由血液淋巴分散至各器官组织,影响酶的活性,引起细胞呼吸障碍,特别是神经组织细胞,终致神经麻痹而死亡。

甲氧滴滴涕的速效杀虫作用较滴滴涕强,0.4%浓度可击倒家蝇99%。在人体内无蓄积作用,为防制家畜体外寄生虫及家庭卫生害虫较好药物。

三氯杀虫酯为高效低毒并可被生物降解的滴滴涕类似物。可代替滴滴涕防制蚊、蝇,并可杀灭对有机磷或其他有机氯杀虫剂产生抗药性的蝇类。本品为触杀剂,药效可持续数周。

六六六的异构体中,以丙体六六六具强力的触杀、空载触杀与胃毒作用。但六六六易造成环境污染,国内已停产和禁用。

有机磷杀虫剂 有机磷杀虫剂系指用于杀灭害虫的含磷有机化合物。目前常用的有:磷(膦)酸酯、硫代磷(膦)酸酯、二硫代磷(膦)酸酯与磷酰胺等四大类化合物。在滴滴涕与六六六被禁用或限用后,有机磷杀虫剂成为重要的替代药物。此类杀虫剂具快速触杀与胃毒作用,某些则兼有熏杀或内吸作用。多数品种具高效广谱杀虫特点,少数有较强选择毒性。品种多,性状各异,可适应防制不同害虫需要。某些品种交互使用,可缓解害虫抗药性,如苯硫磷可解除对马拉硫磷的抗药性,马拉硫磷又可解除对敌百虫的抗药性。气温较高时,多数品种具良好杀虫活性。某些品种残效长,如倍硫磷、马拉硫磷、杀螟松与甲基嘧啶硫磷;某些品种残效短,如辛硫磷与氯辛硫磷。马拉硫磷、杀螟松、甲基嘧啶硫磷与氯辛硫磷等,世界卫生组织已推荐用于防制媒介按蚊。有机磷杀虫剂在自然界中易水解或生物降解,较少造成污染,在动物体内无蓄积中毒危险。对哺乳动物毒性,因品种不同而差异悬殊,用于卫生杀虫者均属低毒或中等毒性品种。

有机磷杀虫剂的化学结构与生物活性存在某些规律性联系,故可通过改变某些基团,将高效、高毒品种改造为高效、低毒新品种(参见"有机磷农药"条)。

敌百虫于碱性液体中变为敌敌畏,具胃毒与触杀作用。对蚊、蝇、蜱、螨、蚤、臭虫等卫生害虫以及动物体外寄生虫均有杀灭作用。可用于喷雾或制备毒饵。

敌敌畏易溶于多种有机溶剂,强碱液中易分解。熏杀作用强。室内浓度为1 mg/m³时,15—20 min可击倒全部家蝇。在此浓度下人可居留8 h。对臭虫、蜚蠊、虱子等卫生害虫均有速杀作用,杀虫效力较敌百虫大8倍。由于长期使用,不少昆虫已对其产生抗药性。其类似物敌敌畏钙,毒性较低,但杀虫效力较差。

马拉硫磷易溶于多种溶剂,于酸或碱性物质中易分解,铁、铝、铜亦可促其分解。对蚊、蝇、虱、臭虫、蜱、螨等皆有毒杀作用。对哺乳动物毒性低,可用于室内滞留喷洒,防制疟疾媒介,用量2 g/m²,残效期可达1—2个月。水中浓度为0.5—1.0 ppm时,2 h内可杀死全部蚊类幼虫。喷洒0.2%乳剂,用量500 ml/m²,12 h内可杀死全部蝇蛆。

杀螟松于醇、酮及芳香烃中极易溶解。于高温或碱性液中易分解。主要为触杀作用,兼有胃毒、空载触杀与内吸作用,对蚊、蝇、臭虫、蜱等均有效。用于防制疟疾媒介,室内滞留喷洒用量为2 g/m²。

除虫菊酯类(见"拟除虫菊酯类农药"条)

植物杀虫剂

植物杀虫剂系指能毒杀卫生害虫的天然植物。杀虫有效成分多为生物碱,或含于花、叶、茎、根,或全株均有,因种而异。一种植物常含多种生物碱,但仅一二种起主要杀虫作用。植物杀虫剂主要为触杀与胃毒作用,熏杀作用微弱。一般作用慢,效力低,用量大,残效短,制剂不易标准化。可制成水浸剂、煎剂、粉剂或油剂,多用于灭幼蚊与蝇蛆。于植物资源丰富地区,可因地、因时制宜,就地取材,较为经济方便。常用杀虫植物有除虫菊、鱼藤、烟草、百部、藜芦、闹洋花、雷公藤、皂荚、打破碗花花、蓖麻、博落回、桃叶、辣蓼、菖蒲、狼毒等。其中研究较多者为除虫菊与鱼藤。

除虫菊的有效成分为除虫菊酯,又称除虫菊素,对昆虫有较强触杀作用,无胃毒和熏杀作用,但有一定驱避作用。

鱼藤的有效成分为鱼藤酮,对昆虫有触杀和胃毒作用,但有选择性。对家蝇的毒力较除虫菊酯大6倍。对鱼有剧毒,但对高等动物毒性较低,一般使用浓度对人畜无害。

蚊虫防制

蚊虫属双翅目、长角亚目、蚊科。其中很多种类不仅骚扰吸血,且为多类疾病传播媒介,故其防制乃为控制或

消灭虫媒病的重要措施之一。本世纪初，在确认蚊虫为丝虫病、疟疾与黄热病等传播媒介后，就开始采取消灭孳生场所和杀灭幼虫等防制措施。

蚊虫防制主要对象为针对疾病媒介或大量侵袭吸血的蚊类，国内有：按蚊中的中华按蚊、嗜人按蚊、微小按蚊与大劣按蚊；伊蚊中的埃及伊蚊与白纹伊蚊；库蚊中的淡色库蚊、致倦库蚊与三带喙库蚊等。蚊虫综合防制为环境、化学、生物、遗传等防制措施的有机结合。

环境防制 为治本措施，常可达到永久性灭蚊效果或有效种群控制。任何综合防制计划均应尽可能将环境防制放于首位。其具体措施主要包括消灭蚊虫孳生场所与改变孳生环境两个方面。

消灭孳生场所 搞好环境卫生，消灭蚊虫孳生场所为防制家蚊或半家蚊，如淡色库蚊、致倦库蚊与白纹伊蚊的基本措施。应努力做到：①清除破罐碎缸、罐头盒等可积水的废物。②填平洼地水坑，填塞竹筒、树洞。③翻缸倒罐，妥善存放废轮胎，以防积水。④对有用贮水，每周换新。⑤排除沟渠和浅潭的无用积水。消除大面积孳生地，如湖塘、沼泽的填充、排水、深灌等，应结合水利建设进行；合理的卫生工程建设，是城市减少蚊虫孳生的重要基础。

改变孳生环境 根据防制对象的生态习性改变环境，使之不再吸引雌蚊产卵，或使其不利幼虫生存。如疏浚水体，包括消除杂草、修整岸坡，深挖塘底，以加速水流或减少幼虫栖留庇护场所。也可于渠堰中放养草鱼，使吞食水草而减少蚊虫孳生。国外为防制马来丝虫病媒介曼蚊，用清除幼期寄附的宿主植物的方法，曾取得很大成就。

广大稻田常为蚊虫大量发生地，是国内中华按蚊、三带喙库蚊等主要孳生场所。30年代，国外提出间歇灌溉，即灌水与排水间隔进行以减少蚊虫孳生，但因种种实际困难，迄今未广泛推行。近来，日本对某些过去乙型脑炎流行稻作区，改进耕作制度与种植方法，包括选用早熟品种等，有效控制了媒介三带喙库蚊的孳生与种群数量。

国内于间歇灌溉的同时，在某些地区推行稻田湿润治理法。该法不仅可减少或防止蚊虫孳生，且可节省用水，增产粮食。湿润治理要点为：插秧后以水护秧，待活棵返青即排水晒田。根据气候与禾苗生长阶段，每4—5 d或7—10 d灌溉一次。上水时使地表积水时间不超过1—2 d，但经常保持湿润状态。

化学防制 虽然目前化学防制存在抗药性与环境污染等问题，但因施行方便，见效较快，故合理使用杀虫剂仍为防制蚊虫的重要手段。

杀灭成蚊 有以下几种方法。

(1) 室内滞留喷洒：为应用最广的化学灭蚊方法，多用于防制媒介按蚊。此法辅以杀灭幼虫与服药预防，已为全球防制疟疾的主要措施。主要目的为切断疟疾传播途径，即通过毒杀夜晚侵入住屋或畜舍吸血雌蚊，而降低媒介种群生理年龄与减少其数量。以降低媒介种群生理年龄为主，因连续数次喷洒后，有时虽媒介种群数量下降不大，但由于种群年龄组成变化，亦可使疟疾传播得到控制。50年代中国云南、贵州、海南岛等地的抗疟工作，曾大规模进行室内滞留喷洒以防制微小按蚊，成绩显著。

室内滞留喷洒适用于内栖或偏向内栖蚊种，如微小按蚊、嗜人按蚊等；对外栖蚊种，如大劣按蚊、三带喙库蚊等，一般无大作用。早期使用药物为滴滴涕、六六六、狄氏剂等有机氯杀虫剂，近年已为其他农药所代替。世界卫生组织推荐作为滞留喷洒用的杀虫剂有：滴滴涕、马拉硫磷、林丹、残杀威、杀螟松、混杀威、甲基嘧啶硫磷等。应用剂量，除林丹为0.2 g/m²外，均为2 g/m²。残杀威、甲基嘧啶硫磷等有强烈空载触杀作用，因而对外栖性按蚊亦有一定毒杀效果。国内尚试验或推广使用三氯杀虫酯、辛硫磷、混灭威等，剂量亦为2 g/m²。

喷洒时机与次数，主要视所防按蚊的发生季节、时间长短与药剂滞留时间而定。影响喷洒效果的因素有杀虫剂种类与剂量、蚊虫的敏感性以及药物剂型与处理表面性质等，后者通常为决定滞留长短的重要因素，粉墙、泥墙等高度吸收性表面，一般以水悬液为宜。

(2) 空间喷洒：用于快速杀灭室内或户外蚊虫，如白纹伊蚊、致倦库蚊、淡色库蚊等。

家庭中可用手动喷雾器喷洒下列药物：① 0.1%敌敌畏乳剂(1 ml/m³)或0.3%油剂(0.3 ml/m³)。②辛硫磷与胺菊酯复方乳剂的1：80稀释液(0.4 ml/m³)。③0.4%二氯苯醚菊酯油剂或酊剂(1 ml/m³)，或其他拟除虫菊酯类杀虫剂如溴氰菊酯、苯醚菊酯等。敌敌畏因某些蚊虫产生抗药性以及其毒性等原因，已逐步为其他杀虫剂所取代。拟除虫菊酯类化合物因低毒、高效和易于降解，故认为是目前较有前途的杀虫剂。也可使用含拟除虫菊酯和其他杀虫剂复方的气雾罐进行喷洒。较大范围灭蚊可用气雾或热性气雾发生器处理。

(3) 超低容量喷洒：地面或空中超低容量喷洒已广泛用于中、大面积灭蚊，对紧急控制虫媒病流行有明显优越性。马拉硫磷、杀螟松、残杀威、苄呋菊酯等可用为超低容量喷洒灭蚊剂。国内曾用马拉硫磷原油(每亩50—100 ml)、50%辛硫磷(每亩50—100 ml)、50%杀螟松(每亩200 ml)或0.3%胺菊酯(每亩40—50 ml)，作地面或空中超低容量喷洒以杀灭稻田区中华按蚊与三带喙库蚊，以及丛林、竹林中的白纹伊蚊等，其中马拉硫磷作用略差，超低容量喷洒灭蚊有速杀效果，但无较长滞效作用。

(4) 熏杀：于较密闭场所，可用敌敌畏烟剂(0.05 g/m³)、敌百虫烟剂(0.1 g/m³)或六六六烟剂(0.05 g内体/m³)熏杀各种蚊虫，特别是集中于地窖、土井等处越冬的致倦库蚊与淡色库蚊。

(5) 诱杀：用含0.05%敌百虫污水缸作为毒蚊缸，可诱杀产卵的淡色库蚊与致倦库蚊。雌蚊被诱往产卵时，因接触含药水面而中毒死亡，从卵块孵化的幼虫随后亦

被毒死。敌百虫直接喷洒于小型污水体中，亦有类似作用。

杀灭幼虫　孳生蚊虫水体，未作永久性处理前，可先用暂时性化学防制法杀灭其中幼虫。目前较好的杀幼虫剂有：毒死蜱、双硫磷、倍硫磷等，用量为每亩4—10 g，国内还曾采用杀螟松、敌百虫、马拉硫磷等，用量为每亩10—20 g。处理时可直接喷洒于水面，地面或空中超低容量喷洒，或结合灌溉利用各种滴药器自动滴药，随流灌入稻田。为增加滞效，双硫磷、倍硫磷等可制成各种缓释剂，如颗粒剂、微胶囊剂以及浸药木塞或珍珠岩等，残效通常可延长至2—3个月。

双硫磷低毒高效，可用于饮用水。世界卫生组织登革热小组于东南亚推荐，向贮水器投放1%双硫磷颗粒剂（加药量为1 ppm），可以防制其中孳生的埃及伊蚊。

生物防制　可用于或可能用于蚊虫幼虫防制的生物，分捕食天敌与病原微生物两类。捕食性天敌中试图利用者多为捕食幼虫的动物，有鱼类、松藻虫、巨蚊、涡虫、水螅等，但迄今实际仅应用于少数鱼类。为此目的而被引入世界各地的柳条鱼，已于阿富汗、印度、伊拉克等地大量放养以防制溪流按蚊、斯氏按蚊、深色按蚊等。近年，国内有些地区推广稻田养鱼，以防制中华按蚊与三带喙库蚊。

病原微生物的利用为现代生物防制研究的重点，已研究者有：病毒、真菌类的雕蚀菌、大链壶菌、蚊菌、缘偃菌等，小孢子虫类的Nosema、Pleistophora等，细菌类的苏云金杆菌血清型H-14与球形芽胞杆菌以及索虫类的罗索虫、历索虫等，但迄今已工业生产并开始推广使用者仅苏云金杆菌H-14。该菌伴胞晶体产生的内毒素，对多种蚊幼有高度毒杀作用，使用安全，不污染环境，为良好杀幼剂，缺点是残效短。球形芽胞杆菌对某些种类幼虫亦有较高毒效，它与食蚊罗索虫均为有前途的生物防制物，已接近生产试用。

遗传防制　为蚊虫防制的新途径。目前经现场试验者仅为释放绝育、染色体易位或胞质不育的幼虫。释放绝育幼虫为遗传防制中发展最快者。对蚊虫人工绝育处理，采用化学法者居多。现场试验表明，遗传防制效果虽好，但试验范围较小，或仅适于特定条件下进行，其应用的现实性尚待进一步证实。

法规防制　为防止媒介蚊虫从国外或外地带入，或控制蚊媒病流行，可采用检疫或强制灭蚊等手段。该法行使得当，也可有较好成效（参见“杀虫”条）。

防蚊　在未能控制蚊虫发生的场合，为避免蚊虫刺叮，可采取防蚊措施。户外防蚊可使用各种驱避剂，保护时间从半小时至数小时，随蚊种、驱避剂种类以及气候条件而异。国外已试验用含驱避剂纤维织成的网衣，主要供军队使用。家庭使用含拟除虫菊酯的蚊香或电热熏蒸器等，亦为简便而有效的驱蚊方法。建筑物装置纱窗、纱门，个人使用蚊帐、纱罩等阻隔防蚊法，效果则取决于合理使用与认真管理。

蝇类防制

双翅目环裂亚目中的昆虫均可称作蝇类，有数十科。本条所指主要为与卫生有关的居住区蝇类，包括花蝇科、蝇科、丽蝇科、麻蝇科等。已知与中国卫生密切有关者约数十种，其中以夏厕蝇、元厕蝇、厩腐蝇、家蝇、市蝇、厩螫蝇、巨尾阿丽蝇、丝光绿蝇、大头金蝇、伏蝇、新陆原伏蝇、红尾拉蝇、黑尾黑麻蝇、棕尾别麻蝇等最重要，为防制主要对象。

蝇类中除某些幼虫可致人、畜蝇蛆症，非洲吸血的舌蝇可传播锥虫病（睡眠病）外，主要为病原体的机械传播媒介。已知可携带的病原体有百余种，并可携带螨类等。蝇类传播的主要疾病为肠道传染病。国内与人关系极为密切的家蝇与大头金蝇，在传播疾病方面的作用特别值得重视。蝇类防制应采取综合措施，主要手段如下。

环境防制　环境防制即消灭或处理孳生地，使之不利于蝇类孳生，或用阻隔方法不使蝇类接触孳生物质等，为蝇类防制之根本。蝇类的孳生物有五大类：人粪、畜粪、腐败动物质、腐败植物质、垃圾等，其中大多由人们经济或生活活动形成。彻底消灭孳生物质，必须改造生产与生活条件，推行现代化卫生工程建设，如垃圾应建立专门处理工厂，粪便可用高温堆肥或沼气发酵等法处理。

高温堆肥，各地方法不一，但均要求密封。泥封一般应厚达3 cm，一则防止成蝇接触孳生物产卵；二则促使发酵生热（50—60℃），并产生有害气体杀灭蛆、蛹；三则阻止成蝇羽化飞出。堆肥经发酵成熟后（一般1个月以上），可成为含氮丰富的优质肥料。

沼气发酵法系用粪便加杂草与作物秸秆等有机物，于适宜温度、水分、酸碱度与密闭条件下，经细菌发酵以获得沼气。该法既可处理大量粪便，减少蝇类孳生，又可获得廉价燃料，发酵后粪渣尚可用以堆肥。为防蝇类孳生，沼气池进料口与进渣处应搞好卫生，必要时定期施用杀虫剂。若沼气池直接连通厕所、猪圈，使粪料自动流入池内，则更有利于防止蝇类孳生。

对人粪的处理，三格化粪池厕所、水冲式厕所、野外深坑小口厕所以及粪缸的加盖，或密闭封存、定期轮流启用等均可减少蝇类孳生。畜粪处理方面，因家蝇不适于在高温环境中孳生，可向猪粪坑混尿或加水，并将猪圈改为砖、石铺地以适于冲水；利用马粪发酵后种蘑菇、牛粪发酵后喂猪等方法，亦可使畜粪及时得到处置，大大减少蝇类孳生。

屠宰场、菜市、酿造厂、酱园、豆腐坊及畜产品加工厂等，均产生大量有利于蝇类孳生繁殖的物质，极易成为多蝇场所。为此，应结合生产，改革操作方法以消灭蝇类孳生。如猪毛不经发酵而改用其他方法进行去脂处理，兽骨及时加工磨成骨粉；制酱由天然发酵改为人工加温发酵

等均可减少以至防止蝇类孳生。蝇类多于孳生物形成后的 10 或 15 d内产卵，早期将孳生物如酒糟、豆腐渣之类加以隔离，不使蝇类接触产卵，也可防其孳生。于孳生物质周围可挖捕蛆沟，灌水溺蛆或施用杀虫剂。

化学防制 尽管出现抗药性与环境污染问题，化学防制于灭蝇中仍为一种不可少的辅助措施。于战争或自然灾害等特殊情况下，此法更为快速降低蝇类密度的主要手段。

杀灭成蝇 对孳生物质(如大型垃圾堆)表面与周围，室内外及牲畜棚等成蝇停留面，包括门窗纱网和住房附近植被表面进行滞留喷洒，可降低蝇类密度。滞留喷洒常用杀虫剂为马拉硫磷、敌百虫、辛硫磷、倍硫磷、杀螟松或其他有机磷杀虫剂，剂量均为 1—2 g/m²。药液中加糖 1—2.5 g/m²，可增加灭蝇效果。喷洒应多次进行，第一次应于蝇类繁殖高峰之前。

家蝇喜栖息于室内绳索等物体上。将直径 2.4—4.8 mm棉绳浸以 2%敌敌畏乳剂或 2%敌百虫水剂制成毒蝇绳，晾干后剪成 1 m左右一段，分开悬挂于食堂、厩舍等天花板下，用量 10 m/100 m²，滞效可达 1.5—2 个月。

灭蝇毒饵对成蝇有较好杀灭效果。毒饵多用敌百虫、敌敌畏、马拉硫磷、二溴磷等杀虫剂配制。饵料视蝇种而异，可用糖、饴糖、烂水果、臭豆腐乳、鱼肠或其他食物。毒饵盛于盘中，设于多蝇场所。于滞留喷洒下对敌敌畏产生抗药性的家蝇，却可为 0.1%—0.2%敌百虫糖水毒饵所杀灭。使用缓释型毒饵建立永久性灭蝇点，可省工省时。

空间喷洒可快速杀灭蝇类，一般尚可杀灭对同样杀虫剂滞留喷洒具有抗药性的家蝇。室内处理，可用喷雾器或气雾罐喷洒 0.1%敌敌畏乳剂、0.3%辛硫磷乳剂或 0.4%二氯苯醚菊酯乳剂，用量皆为 1 ml/m³。室外处理，可超低容量喷洒 50%马拉硫磷乳油，每亩 50—100 ml；或杀螟松原油，每亩 20—30 ml；亦可用 4%残杀威乳油热雾处理。用敌敌畏烟雾剂 0.1 g/m³，或敌百虫烟雾剂 0.5 g/m³熏蒸，作用 30—60 min，亦可将室内蝇类杀灭。

杀灭幼虫 蝇类幼虫一般较集中并多暴露，易于用药。一二龄幼虫虽对药剂敏感，但发育期短，体小不易发现，三龄初期施药最好，三龄末期杀灭效果较差。孳生物性状可影响药效，如幼虫于稀粪水中，可充分接触药剂，故较于粘稠粪中杀灭效果为好。粪液中的蛆，因多浮于表面，故施药多按粪坑或粪缸表层面积计算用量。杀虫剂可用 1%—2%敌百虫，50—100 ml/m²；或 0.02%敌敌畏液，500 ml/m²；或 0.3%杀螟松 250 ml/m²；或 0.5%马拉硫磷乳剂，300—600 ml/m²；或 0.2%地亚农乳剂，300—600 ml/m²等。山区、农村可利用土农药灭蛆，如草乌、藜芦、烟草、打破碗花花、闹羊花、狼毒等。

给鸡饲服低毒有机磷杀虫剂，如皮蝇磷、敌百虫等，可杀灭其粪中的蛆。以昆虫生长调节剂，如甲氧保幼素、敌灭灵等，投入大家畜饮水中或处理家畜粪便，可使粪生的螫蝇、角蝇等幼虫不能成熟而死亡。

生物防制 蝇类捕食性天敌有螨类、蜘蛛、虎蚲、食虫虻、守宫与鸟类(包括鸡)等；寄生性天敌有寄生蜂等，但防制中均少利用。病原微生物天敌方面，可将苏云金杆菌制成菌性农药拌入牛饲料，牛食此类饲料，孳生于牛粪中的家蝇属幼虫吞食后可中毒死亡，或发育到蛹期而不能羽化。此法亦可用于其他孳生物。

遗传防制 50 年代，美国于中美库拉索(Curacao)岛释放绝育雄蝇防制当地旋丽蝇成功，并将该法推广至美国部分地区。近年，上沃而特利用雄性不育技术在局部地区控制舌蝇，亦获初步成功。对家蝇、蛆症铜绿蝇、厩螫蝇等遗传性防制的实验研究亦在进行。

驱避剂

驱避剂(repellent)系指对病媒节肢动物或骚扰性害虫有驱避作用的化学制剂，其中研究和使用最多者为驱蚊剂。使用方式有三种：①制成液剂、膏剂或冷霜制剂，直接涂抹皮肤。②制成浸渍剂，浸染衣服。③用以浸染孔径较大防护网，悬挂于野外帐篷窗口或佩带于人体裸露部分。于森林采伐、草原勘测、野外战勤、狩猎，以及地旷人稀、害虫分布广泛而又难以展开大规模杀虫措施的环境下，使用驱避剂有其特殊意义，为医学昆虫防制中不可缺少的一环。

常用驱避剂约五六种(见表 1)，其中最常用的为避蚊胺(N，N-diethyl-m-toluamide，又称 DETA，DET 或delphene)

表 1 几种常用驱避剂

普通名称	化学名称	驱避对象
避蚊酯(DMP)	邻苯二甲酸二甲酯	蚊、旱蚂蟥
避蚊酮(indalone)	2，2-二甲基-碳丁氧基-5，6-二氢吡喃酮	蚊、蚋、旱蚂蟥
避蚊醇(rutgers 612)	2-乙基-1，3-己二醇	蚊、蚋、蚤、螨、旱蚂蟥
避蚊胺(DETA)	N，N-二乙基间甲苯甲酰胺	蚊、蚋、蜱、螨、旱蚂蟥
苯甲酸苄酯	苯甲酸苄酯	蜱、螨、旱蚂蟥
丁基乙酰苯胺	N-丁基乙酰苯胺	蜱、螨、旱蚂蟥

国内于 50 年代以来，先后研制或生产了除虫菊酯驱蚊油、避蚊酯与避蚊胺。70 年代又从 3 300 多种民间驱蚊植物中筛选出柠檬桉、野薄荷等性能较好的植物 100 多种。以广东柠檬桉油渣为原料制成的驱避新药"驱蚊灵"，其有效成分为对-蓋烷二醇-3，8(p-menthane glycol-3，8)，多配制成 30%—40%酊剂使用，对蚊、蠓、旱蚂蟥等有良好驱避效果。

驱避剂效果通常以有效保护时间(从涂药起到虫类开始叮咬止)衡量。几种国产驱避剂有效保护时间，因对

象与现场条件不同而有差别，最长6—7 h，最短10余min(见表2)

表2 几种国产驱避剂的现场使用效果

驱避剂	肤用有效保护时间(h)		
	驱蚊	驱蠓	驱早蚂蟥
避蚊胺原液	2—7	4—5	
避蚊胺20%—40%制剂	2—5	2—3	3.5—4
避蚊酯原液	0.5—5	2—3	3.5—4
驱蚊灵30%—40%制剂	1—6	2—3	3.5—4
野薄荷精油30%乳剂*	1—6	2—3	
除虫菊酯1%石蜡液	0.2—5		

* 野薄荷精油有效成分为右旋-8-乙酰氧基别二氢葛缕酮(d-8-acetoxycarvotanacetone)

驱避剂使用效果可受多种因素影响。如驱避对象不同，效果常不同。一般对攻击人、畜的猛烈虫种，驱避剂有效保护时间常较短。同一蚊种，其盛发季节，或种群密度大，或攻击倾向猛烈时，亦可使驱避剂效果明显下降。驱避剂用量多少亦影响其保护效果，如皮肤涂药量少于最低有效剂量(MED，即足以防止昆虫刺叮之最少涂药量)，则不能产生保护效果。驱避剂能否长久保存于皮肤，亦为影响保护时间重要问题之一。驱避剂于皮肤上丧失原因，主要为磨擦、流失、皮肤吸收和自然蒸发等。因此，药剂附着性能、使用人劳动强度与出汗，以及皮肤吸收药剂速率等，均可影响有效保护时间。环境条件对使用效果亦有影响，如夏季野外风吹日晒，驱避剂蒸发加快，人体易于出汗，有效保护时间缩短。

为提高驱避剂使用效果，可对配方进行改良或采用混合制剂。

灭鼠

灭鼠原系指杀灭鼠类而言，现已扩大到对整个啮齿类动物的防制而成为研究有害啮齿类动物生态行为、发展防制技术，以控制其种群数量的科学。灭鼠为防制鼠源性疾病，减少啮齿动物造成经济损失的重要手段。

啮齿动物包括啮齿目与兔形目。全世界啮齿目有记载的现存约1 700种，分属于34科354属。中国初步统计共有146种，分属12科62属。兔形目(按旧分类系统属啮齿目的重齿亚目)国内现报告有22种，分属2科3属(见表1)。

目前，啮齿动物个体数远远超过所有其他哺乳类总和。其中，依靠人而生存者，称家栖鼠或共居鼠。它们栖居建筑物内，盗吃食物，传播疾病，危害最大。家栖鼠有褐家鼠、屋顶鼠、黄胸鼠与小家鼠等。东南亚的缅鼠、印度与缅甸的小板齿鼠、中国的黄毛鼠，在某些地方已有变成家栖鼠的倾向。我国主要有害野生啮齿动物有：黑线姬鼠、黄毛鼠、黄鼠、沙鼠、大沙鼠、布氏田鼠、旱獭、鼠兔等。

表1 中国啮齿目和兔形目分科名录

目与科名称	属数	种数
啮齿目(Rodentia)		
松鼠科(Sciuridae)	11	24
鼯鼠科(Pteromyidae)	7	15
河狸科(Castoridae)	1	1
觘鼠科(Capromyidae)	1	1
仓鼠科(Cricetidae)	18	55
猪尾鼠科(Platacathomyidae)	1	1
竹鼠科(Rhizomyidae)	1	3
鼠　科(Muridae)	10	28
睡鼠科(Muscardinidae)	1	1
林跳鼠科(Zapodidae)	2	2
跳鼠科(Dipodidae)	7	11
豪猪科(Hystricidae)	2	4
兔形目(Lagomorpha)		
鼠兔科(Ochotonidae)	1	15
兔科(Leporidae)	2	7

据联合国世界卫生组织资料(1974)，全世界啮齿动物中约90%的种与疾病有关，至少可传播35种人类疾病。尽管现代医学技术发展使部分鼠源性疾病得到控制，但许多地区仍存有自然疫源地，兽疫猖獗，人间疫情亦时有发生。啮齿动物亦为重要的经济害兽，特别是鼠类。据联合国粮农组织报告(1975)，全世界鼠害对农业造成的损失每年约17亿美元，相当于全世界生产食物的20%。此外，鼠类啮咬电缆引起火灾，破坏堤坝引起水灾，以及破坏各种物资等等所造成的损失，更无法计算。因此，对啮齿动物的防制具有重要意义。

啮齿动物防制，从卫生防病角度看，以家栖鼠为主，应做到建筑物内无鼠；从动物流行病学与植保角度，防制的靶子动物除家栖鼠类外，更主要的为野生有害啮齿动物。对野生有害啮齿动物的防制，一般要求将密度控制在足以切断兽间疾病的传播，保护经济利益不受损失为度，不一定要求无鼠。

防鼠灭鼠措施 有以下两点。

(1) 防鼠：鼠的栖息及密度与食物条件密切相关，如果只灭鼠而不采取防鼠措施，则鼠密度在下降后，又可因鼠的旺盛生殖力而很快恢复到原来水平。防鼠工作的要点包括①改造环境：例如田埂是野鼠的重要栖息场所，如能减少旱田，减少田埂，改大田埂为小田埂等，均可缩小野鼠生存、繁殖和栖息的场所。②搞好环境卫生：及时堵塞鼠洞、墙缝；及时清理箱柜，不使鼠类营巢；住房周围做到无杂草、马厩、猪圈，打谷场和杂草垛均应设于住区外，以清除、减少鼠在住区的栖息场所。③断绝鼠粮：加强蔬菜、食物、饲料管理，将粮食、食品等贮藏于无缝可钻、无洞可咬的容器中。④改良建筑：室内墙角、地板、天花板、

门框、窗框、壁橱等采用坚固、密封材料，使鼠类在室内无隙可乘，无身可藏。

（2）灭鼠：常用的有物理法和药物法两大类。物理法中常用的有捕鼠夹、捕鼠笼、以发烟剂熏洞驱鼠、以水灌洞淹鼠、以强粘性粘胶纸放于鼠行通道上粘鼠等，其效果不如药物法确实。药物法又称毒饵灭鼠法，即将灭鼠药物涂布于鼠类喜食的选择性食物表面或与选择性食物相混合，引诱鼠类摄取以达到杀灭的目的。理想的灭鼠药物要求符合下列原则：①对鼠类的毒性较强，对人的毒性较低。②经济、价廉。③在使用浓度范围，鼠类不会产生拒食性。④和食物易于配伍，应用方便。⑤所毒杀的鼠均死于洞外，便于捡尸，而不是死于洞内。⑥重复使用不易产生抗药性。

常用毒鼠剂的性能、灭鼠剂量、配制和使用方法见表2—4。

表2　常用灭鼠剂的性能

药名	性状				毒力		鼠对毒饵的接受性	毒理	死亡时间	有效杀灭鼠种	备注
	形状	颜色	臭味	水溶性	鼠*	人、畜					
磷化锌	粉末	黑	大蒜味	不溶	毒	强	较好	遇胃酸产生磷化氢，主要作用于神经系统，破坏代谢机能致死	1 d内	广谱	易产生拒食性
毒鼠磷	粉末或结晶	白	无	不溶	毒	强	较好	抑制胆碱酯酶活力	1 d内	广谱	能通过皮肤吸收，无有效解毒方法
氟乙酸钠	针状结晶	白	无	溶	极毒或剧毒	很强	好	氟乙酸在体内生成氟柠檬酸，阻断了三羧酸循环的继续进行	2 h—1/2 d	广谱	易发生二次中毒；残效期长；无特效解毒方法
氟乙酰胺	针状结晶	白	无	溶	剧毒或毒	强	好	同上	1/2—1 d	广谱	能通过皮肤吸收和呼吸道吸入；易发生二次中毒；残效期长；乙酰胺可解毒
甘氟	油状液体	无色或微黄	略有酸味	溶	毒	强	较好	同上	1/2—1 d	广谱	能通过皮肤吸收和呼吸道吸入；乙酰胺可解毒
灭鼠宁	粉末	灰白	无	不溶	毒	弱	一般	末梢血管收缩，造成生命中枢缺血致死	30 min—2 h	褐家鼠、黄胸鼠、黄毛鼠	选择性强，对小家鼠毒力很弱
灭鼠安	粉末	淡黄	无	不溶	毒	弱	好	不明	8 h内	褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠、长爪沙鼠、黑线姬鼠、黄毛鼠	
灭鼠优	粉末	淡黄	无	不溶	毒	弱	好	抑制烟酰胺代谢，由于严重的维生素B缺乏致死	1/2 d内	同上	
安妥	粉末	浅灰	微	不溶	毒	弱	较好	肺水肿和胸腔积水窒息致死	2 d内	褐家鼠、黄胸鼠、黄毛鼠	易产生拒食性和耐药性；对小家鼠毒力较弱
普罗米特	结晶或粉末	金黄	微	不溶	剧毒	很强	一般或较差	血糖升高，肝糖降低，胸腔积水窒息致死	1 h—1/2 d	广谱	可发生二次中毒
没鼠命	粉末	白	无	不溶	极毒	很强	好	主要作用于神经系统	3—30 min	广谱	易发生二次中毒
毒鼠硅	粉末或结晶	白	无	不溶	剧毒	很强	一般	主要作用于运动神经	1—5 min	广谱	易产生拒食性
敌鼠钠盐	粉末	黄	无	稍溶	剧毒**	较弱	好	抑制血中凝血酶原的产生，损伤毛细血管，增加管壁的渗透性，引起广泛性出血致死	4—6 d左右	广谱	维生素K₁可解毒
杀鼠灵	粉末	白	无	不溶	剧毒**	较弱	好	同上	1周左右	广谱	维生素K₁可解毒

* 药物对鼠的毒力，按LD_{50}分为：极毒，<1.0 mg/kg；剧毒，1.0—9.9 mg/kg；毒，10—99 mg/kg；弱毒，100—999 mg/kg

** 系多次投药的毒力；一次投药时，敌鼠钠盐为毒，杀鼠灵为弱毒

表3 常用灭鼠剂对鼠的毒力(mg/kg)

药名	褐家鼠	黄胸鼠	黑家鼠	小家鼠	达乌尔黄鼠	长爪沙鼠	黑线姬鼠	黄毛鼠	布氏田鼠	东方田鼠	黑线仓鼠	达乌尔鼠兔	小白鼠	大白鼠
磷化锌	40.5	27.6	30	150-200	43	12.04	32.56	29.68		17	41.09			47
毒鼠磷	3.5	约50			23.43	11.61		16.93	12.13			7.8	8.7	♂7.5 ♀3.7
氟乙酸钠	0.22	1.9		8	0.3	0.65	2.64							2.5—7
氟乙酰胺	13	1.6			0.46	1.70	27.74	22.6	2.73			0.71	♂20.7 ♀9.5	15
甘氟	30				1.48	10						3.38		
灭鼠宁	12		30—40	2 250				5.7						5.3
灭鼠安	♂17.8	35.6	♂83	24	65.37	5.94	9.4	22.8				63.02	♂12.8 ♀14.0	♂20.5 ♀15.8
灭鼠优	4.75	25.7	18	98		16.5	35	24.6						12.3
安妥	6.9	40	16—22	50-100	>300		18.81	6.5						24-40
普罗米特	约1.5	约1.5	1.05		1.59		0.795				7.1		1.6	0.27-0.89
没鼠命					0.25	0.66	0.93				0.52	0.15	0.20	
氯硅宁	1—4			0.9—2	1.625	4	3.73	1.63				3	0.9-2.0	1—4
硅宁						25.05	57.89					16.90		
敌鼠钠盐	1次0.25	1次18.4				1次1.00	1次37.56	4次、0.871				1次8.684	1次78.52	15
杀鼠灵	1次325.2 5次总投药量5mg/kg													50—60

表4 常用灭鼠剂的配制和使用方法

药名	适用场所	毒饵常用浓度(%)	毒饵常用剂型 浸泡	粘附	混合	毒饵配法举例	用法举例	备注
磷化锌	室内及野外	2—3(家鼠) 3—10(野鼠)		+	+	一般配成粘附毒饵。以配制3%毒饵10 kg为例,取番薯块或米饭9.7 kg,加磷化锌0.3 kg,拌匀即成	室内:每15 m²投放毒饵1—2堆。野外:在田埂、堤坝、道路两侧采取等距(间隔5—10 m)和洞旁投毒相结合的方法。每堆投谷粒毒饵约1—2 g,番薯毒饵3—4 g	1.本药毒力强,应注意安全 2.连续使用时,鼠明显拒食,应与其他药物交替使用
毒鼠磷	室内及野外	0.5—1		+		以配制0.5%毒饵10 kg为例。例1:取毒鼠磷50 g加250 g淀粉或滑石粉稀释;加入9.7 kg番薯块中,拌匀。例2:取药50 kg分次加入0.5 kg 5%淀粉糊或榆树皮粉水溶液中搅匀;将药液分次加入9.95 kg大米中,反覆拌匀。例3:取药50 g加250 g淀粉或滑石粉稀释;另取大米9.7 kg加植物油250 g拌匀;再将稀释的药粉分次加入油拌大米中拌匀	参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵0.5—1 g	本药毒力强,尚无有效解毒方法,应注意安全

续表

药　名	适用场所	毒饵常用浓度(%)	毒饵常用剂型 浸泡	粘附	混合	毒饵配法举例	用法举例	备　注
氟乙酸钠	野外,室内一般不用	0.3—0.6(野鼠) 0.2—0.4(家鼠)	+			以配制0.3%毒饵10kg为例:将氟乙酸钠30g加入2kg水中溶解后,加红色染料或红色墨水染成红色毒水;再加入大米10kg浸泡,反覆搅拌至将水吸干后,取出晒干即成	同上	本药毒力很强,易发生二次中毒,尚无特效解毒方法,应特别注意安全
氟乙酰胺	野外,室内一般不用	0.5—2(野鼠) 0.5—1(家鼠)	+			配制1%氟乙酰胺毒米10kg时,加氟乙酰胺0.1kg,其它配法同"氟乙酸钠"	1.参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约1g 2.0.2%—0.5%溶液喷草,用量50—100 ml/m²	本药毒力强,易发生二次中毒,应特别注意安全
甘　氟	野外,尤适于牧区和养禽场	0.5—2(野鼠) 0.5—1(家鼠)	+			以配制2%毒饵10kg为例:将甘氟0.2kg加入1.8kg水中溶解后,加红色染料或红墨水染成红色毒水;再加入大米10kg浸泡,反覆搅拌并密闭放置一段时间,待药渗入大米后,取出晾干即成	1.参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约1g 2.0.2%—1%溶液喷草,用量50—150 ml/m²	本药毒力强,应注意安全
灭鼠宁	室内,野外一般不用	0.5—1		+		配制0.5%毒饵方法,参见"毒鼠磷"	参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约1g	本药选择性强,对小家鼠毒力很弱
灭鼠安	室内及野外	1—2		+		以配制1%毒饵10kg为例。例1:取灭鼠安100g加200g淀粉或滑石粉稀释;加入9.7kg番薯块中,拌匀。例2:取药100g分次加入0.5kg 5%淀粉糊或榆树皮粉水溶液中搅匀;将药液分次加入大米9.9kg中,反覆拌匀。例3:取药100g加200g淀粉或滑石粉稀释;另取大米9.7kg加植物油250g拌匀;再将稀释的药粉分次加入油拌大米中拌匀	同上	本药较安全
灭鼠优	室内及野外	1—2		+		配制1%毒饵方法,参见"灭鼠安"	同上	本药较安全
安　妥	室内及野外	1—3		+	+	配制1%毒饵方法,参见"灭鼠安"	参见"磷化锌"	易产生拒食性和耐药性,应与其他药物交替使用;对小家鼠毒力较弱
普罗米特	野外,室内一般不用	0.5—1(野鼠) 0.1—0.2(家鼠)	…	+	+	以配制0.1%毒饵10kg为例。例1:取药10g加290g淀粉或滑石粉稀释;加入9.7kg番薯块中,拌匀。例2:取药10g分次加入0.5kg 5%淀粉糊或榆树皮粉水溶液中搅匀;将药液分次加入9.99kg大米中,反覆拌匀。例3:取药10g加290g淀粉或滑石粉稀释;另取大米9.7kg加植物油250g拌匀;再将稀释的药粉分次加入油拌大米中拌匀	参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约1g	本药毒力很强,可发生二次中毒,应特别注意安全
没鼠命	野外	0.05—0.1		+	+	配制0.1%毒饵方法,参见"普罗米特"	参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约0.5g	本药毒力很强,作用快,应特别注意安全
毒鼠硅	野外	0.5—1		+		配制0.5%毒饵方法,参见"毒鼠磷"例1、例3	参见"磷化锌",每堆投谷粒毒饵约0.5g	本药毒力很强,作用快,应特别注意安全

续表

药　名	适用场所	毒饵常用浓度(%)	毒饵常用剂型			毒饵配法举例	用法举例	备　注
			浸泡	粘附	混合			
敌鼠钠盐	室内及野外	0.025—0.05(家鼠) 0.2　0.3(野鼠)	—	+	·	以配制0.05%毒饵10 kg为例:将药5 g加入2 kg开水中使完全溶解并搅匀;再加入大米10 kg浸泡,反覆搅拌至将水吸干后取出晾干即成 配制0.3%敌鼠钠盐10 kg需用药30 g,其他配法同上	参见"磷化锌"。室内:用0.025%　0.05%毒饵连投3 d,每堆3 g,第1,2 d被吃去的毒饵,第2,3 d予以补充 野外:用0.2%　0.3%毒饵一次投,每堆1 g以上	1.本药作用慢,不宜用于反细菌战和处理疫区 2.一般需多次投毒,投饵量需较多
杀鼠灵	室内	0.025—0.05		+	+	以配制0.05%毒饵10 kg为例　例1:取药5 g,加295 g淀粉或滑石粉稀释;加入9.7 kg番薯块中,拌匀　例2:取药5 g分次加入0.5 kg 5%淀粉糊或榆树皮粉水溶液中搅匀;将药液分次加入9.995 kg大米中,反覆拌匀。例3:取药5 g加295 g淀粉或滑石粉稀释;另取大米9.7 kg加植物油250 g拌匀;再将稀释的药粉分次加入油拌大米中拌匀	参见"敌鼠钠盐"。毒饵连投3—4 d,当天吃去的毒饵,次日应予补充	同"敌鼠钠盐",但均需多次投毒

注意事项　即使是最理想的灭鼠药物,对人也会具有一定毒性,故在使用毒饵灭鼠时,应注意:①将所有食物(除毒饵外)保藏好,防止鼠类交叉接触、水缸应加盖密闭。②于晚上小孩入睡后布饵。③严格记录布饵的数目,于次日清晨回收未被鼠摄取的毒饵,以防遗漏在外,发生意外。④如布饵数与回收数不符,其差额即表示被鼠类的摄取数,应于室内、外寻找鼠体尸骸。⑤如家内养有鸡、猫、狗等动物,布药日期内,应对其严加管制。⑥猪圈、牛棚、鸡笼等场所,不宜布药。

人畜共患病控制

人畜共患病是指人类和脊椎动物具有共同病原体、在流行病学上又有关联的疾病,国际上称为动物源病(zoonosis)。近年来所发现的人畜共患病约有200种,包括自然疫源性疾病。自然疫源性疾病是指那些人类和脊椎动物之间自然传播的疾病和感染。

人畜共患病在人与畜之间有的以人为主,如阿米巴病和人型结核病;有的以动物为主,如狂犬病和布鲁杆菌病;有的人畜并重,如日本血吸虫病和枯氏锥体鞭毛虫病;牛和猪绦虫病,则动物为中间宿主,人为终宿主,两者缺一,其生活史就不能完成。

人畜共患病能在人群中间引起广泛传播,造成劳动力丧失和死亡,同时也损害动物的健康及其生产能力,使食用产品及皮毛减少,进而给社会经济发展带来相当大的损失。

人畜共患传染病控制

在自然界中,有些传染病是人所专患的,如麻疹、天花;有些传染病仅是动物专患的,如兔瘟病、羊蓝舌病;还有一部分传染病是人与动物共患的,称为人畜共患传染病。

流行特征　人畜共患传染病的流行特征与病原体、传染源及宿主和传播模式有关。

病原体　引起人畜共患病的病原体有病毒、细菌、真菌、螺旋体、支原体、衣原体、立克次体及寄生虫等。由病毒引起的人畜共患传染病,国内如乙型脑炎、流行性出血热及狂犬病等。近年来,国际上也出现了一些由野生动物传播的人畜共患传染病,如拉沙热、埃波拉出血热、阿根廷出血热及马尔堡病毒病等;由细菌引起的人畜共患传染病如炭疽、鼠疫及近年来发现的军团病等;由螺旋体引起的如Lyme病及钩端螺旋体病;由立克次体引起的如斑疹伤寒、Q热及恙虫病;由真菌引起的如毛癣菌病、放射状菌病;由寄生虫引起的如血吸虫病等。

传染源及宿主　在人畜共患病中,病原体的宿主与传染源主要是脊椎动物(包括人),其中以啮齿类为多。人与动物作为传染源的重要性是不相同的。大多数以动物为主要传染源或宿主的传染病,人类虽能感染但不传(或不易传)给人,如布鲁杆菌病、狂犬病及流行性出血热。这类疾病人类流行常呈散发性,不能仅以人为观察对象看其流行的全貌,对人类感染者,如隔离、检疫及消毒等项措施意义不大。还有一些动物感染后缺少显性症状,如流行性出血热和乙型脑炎,这些动物虽为主要传染源和贮

存宿主，但不易被人识别，从而在流行病学上意义更为重要。

极少数的人畜共患病在一定的情况下，以人为主要传染源，如人感染鼠疫后如转为肺型，即可在人间传播；拉沙热病人的排泄物如处理不当也易在医院内流行，这时对病人严格隔离，对接触者检疫十分重要。

有人根据宿主对病原体的敏感性及感受性的不同，将人畜共患传染病的动物宿主划分为三组：①高感受性、高敏感性：这类动物极易感染，感染后也急速死亡。如鼠疫，因为鼠类受感染后几乎全部急速死亡，失去或大大降低了再传染机会，反而使鼠类不能成为主要传染源。②高感受性、低敏感性：这类动物受感染后，病程迁延，呈无症状的持续感染。如流行性出血热，因为野鼠类感染后能长期带毒并继续生存，常常成为其主要贮存宿主。③低感受性、低敏感性：这类动物偶然参与人畜共患病的流行过程，但不起贮存宿主的作用。如家禽偶然可以罹患狂犬病，因为是偶然的，往往在疾病的流行过程中不起主要作用。

传播模式 多数人畜共患病只有一种传播模式，如狂犬病通过咬伤传播，黑热病经白蛉叮咬传播。有些则可不限一种传播模式，如不同型的鼠疫就表现为多种传播形式，但有主次之分。多数人畜共患病的传播模式分为下列三种类型：①通过动物咬伤传播：如狂犬病和猴疱疹，这类疾病较少见，传播能力有限，但受感染后患病动物的活动范围及咬人频度影响甚大。②通过节肢动物传播：多见，如流行性乙型脑炎、登革热与登革出血热、鼠疫、蜱传回归热及黑热病等。这种传播模式常因节肢动物的季节性出现而使疾病的流行呈季节性和地方性。③通过运载工具或接触传播：如拉沙热、埃波拉出血热、布鲁杆菌病以及一些真菌性人畜共患病。此种传播多造成疾病的散发，病例数应视接触的频度而定。

流行规律 有以下特点：

（1）典型的地方性：由于绝大多数人畜共患病的病原体只在特定的生物群落中循环，而特定的生物群落只在地球上特定的地区存在，因而导致这类疾病有明显的地方性，通过节肢动物传播的人畜共患病更是如此。如克里米亚—刚果—新疆出血热，只发生在半森林、半草原或半沙漠的干旱畜牧地区；中国血吸虫病的分布只限于长江流域和其以南有传播媒介钉螺存在的地区；黑热病经白蛉传播，则只发生在长江以北的局限地区。

（2）明显的季节性：大部分人畜共患病的病原体以野生脊椎动物为宿主、节肢动物为媒介而传播。宿主及媒介物的数量变动、活动能力、病理生理及免疫状态都随季节而改变，这些必然影响病原体在宿主和媒介体内的状态和宿主及媒介物传播这种疾病的能力，从而导致人畜共患病在动物及人间的流行都表现有明显的季节性。例如流行性乙型脑炎仅发生在有蚊媒活动和病原体能在蚊体内发育和繁殖的季节。北方黄鼠型鼠疫地区的人间鼠疫在冬季不发生，是由于其传染源黄鼠冬眠之故。

（3）受自然及社会因素影响显著：气候、地理、土壤、动植物等自然因素的变动对人畜共患病的宿主及媒介物影响甚大。中国北方以黄鼠为传染源的鼠疫，黄鼠在寒冷季节冬眠，只有气温转暖，黄鼠出蛰后，才能在它们中间发生鼠疫。森林脑炎的传染源在森林地区，其发病范围也局限在森林地带。流行性乙型脑炎的媒介蚊在气温高时吸血频繁，故其发病季节性高峰在夏秋季。雨量增加扩大了蚊虫孳生地，使黄热病、登革热发病增加。雨后积水或遇洪水，增加人类感染钩端螺旋体病的机会。

社会制度、生产活动、风俗习惯等社会因素对人畜共患病的流行过程有明显影响。先进的社会制度明显控制并减少了黑热病、流行性乙型脑炎等人畜共患病的发生。不注意个人卫生易导致真菌性人畜共患病的发生。国际动物产品交易使炭疽、布鲁杆菌病发生播散。不常沐浴更衣者易生虱，而这些人中斑疹伤寒及回归热易于流行。

防制要点 有以下五个方面：

（1）建立国际性的监测体系：建立完善的各类人畜共患病的诊断服务体系，包括临床、现场及实验室的诊断方法；建立流行病学情报资料服务体系，包括现场、医学或兽医的临床机构、实验室及屠宰场等各有关资料的收集；资料的集中及分析处理；对原始资料提供者、防制计划的制定及实施者等各类需要该类资料者提供反馈；通过监测以便采取更为有效的防制手段并对效果进行考核。

（2）动物宿主及媒介的防治：对于野生脊椎类的贮存宿主，如野鼠类，宜采取各种方法予以杀灭。有价值的感染动物或病畜，宜给予治疗并彻底消除其病原体携带状态。经济动物，如母猪、羊群等应接种疫苗以提高免疫力。总之应采取各种措施使动物宿主无害化。对媒介昆虫原则上应采用各种物理、化学、生物学措施予以杀灭。

（3）动物产品管理及处理：建立和健全食品卫生管理制度，保证各种动物食品收集、采获、储藏、加工制备及运输等过程的卫生，注意动物屠宰后尸体及排泄物或垃圾的安全性处理，并做好工作场所、运输工具以及人员的去污染和消毒工作。

（4）人群预防措施：进行卫生宣教，隔离病人，处理排泄物，接触者留验。采用有效的疫苗接种，保护高危人群，彻底治疗病人及病原携带者。在进行大规模野外生产或军事活动时，采取防媒介叮咬、避免与宿主接触及服药等一些应急防护措施。

（5）加强国境卫生检疫：许多人畜共患病分布局限，如黄热病、拉沙热等在国内没有发生过，应做好国境卫生检疫，严防这些疾病的传入。具体措施包括对病人的隔离及治疗、接触者的留验以及防止感染性宿主、媒介和实验室标本的流入。

慢性疾病控制

心血管病控制

心血管病种类繁多，控制的目标应针对常见的心血管病为主，主要有以下三大类：①高血压病及动脉粥样硬化。这两种病互为因果，导致脑卒中、冠状动脉硬化性心脏病(冠心病)，多见于中老年。据1979—1980年全国抽样调查，在15岁以上人群中，高血压患病率为4.67%，如加上血压升高但还未达到确诊水平的临界高血压，则患病率达7.73%。脑卒中、冠心病在人口死亡中约占20%—30%，已成为对人民健康和生命的主要威胁之一。②肺源性心脏病。属慢性气管炎、肺气肿及其他慢性肺部疾病的后果，多见于老年人，农村更为多见。在人口死亡中约占10%左右。③风湿性心脏病。多见于儿童及青少年，晚期出现心力衰竭，严重影响生活和生产，人口死亡中约占2%—3%。

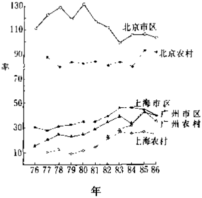
第一类疾病的原因，主要与生活方式有关。随着工业化过程中生活方式的改变如体力劳动减少，吸烟和饮食中动物脂肪占总热量的比例升高，这些病的发病和死亡上升很快。

肺心病作为慢性阻塞性肺部疾病的并发病，与吸烟、感染和大气污染等因素有关。

风湿性心脏病的病因则主要为A组溶血性链球菌所致的风湿热的反覆发作。

解放前，由于急性传染病、结核病、营养不良等原因，人口平均寿命短，心血管病的患病率及死亡率均不突出。解放后这种情况有了很大改变。人民生活改善，很多急慢性传染病得到控制，平均寿命已达70岁左右。近20年来中国心血管病患病率及死亡率显著上升，已成为最常见的疾病之一。每年全国心血管病死亡人数在百万以上，从北京、上海、广州冠心病由1976—1986年的年龄标化死亡率可见一斑(图)。主要致死的心血管病是脑卒中、冠心病，而高血压是两者的基础。因此，对这三种病必须积极预防、治疗。肺心病防治的关键在于改善环境烟尘污染、宣传戒烟和加强对慢性气管炎的防治。高血压及动脉粥样硬化既是病态，也属于人体的自然老化，完全防止还不可能，但如加强防治工作，特别强调人群防治，开展体育锻炼、宣传戒烟、注意合理膳食、预防高血压，则死亡率可以降低。心血管病的严重并发症也是可以延缓发生的，这就是心血管病防治的最终目标。

心血管病的人群防治 根据全国经验，心血管病的



北京、上海和广州1976—1986年城乡35--74岁年龄标化冠心病死亡率(1/10万)

人群防治内容包括“查、防、管、治、教、研”六个方面。“查”即普查(限于高血压)登记和调查；“防”即预防宣传和措施；“管”即管理病人按医嘱服药和随诊；“治”即对慢性病人的门诊，重症病人的住院和急症病人的就地初期治疗；“教”即对基层卫生干部的培训指导；“研”即总结经验并为心血管病防治科研提供可靠的基础材料。

心血管病的防制措施 主要有以下几个方面：

(1) 开展流行病学调查研究：国内心血管病流行病学调查工作，近年来有了一个良好的开端，但仍需要继续加强。省、市、自治区要有较强的心血管病流行病学专业科、室、组，协助卫生领导部门，配合临床基础研究，加强预防工作。并重点开展心血管病流行病学调查研究，形成全省、市、自治区心血管病防制的技术队伍。

(2) 加强心血管病的诊断治疗：在省、自治区、直辖市的各级医院和科研单位，建立健全心血管病专科，在地区以及人口多的县级医院和大型厂矿、部队医院，可根据

情况建立专科或重点专业组。由于心血管病的诊断治疗技术日益发展和复杂,没有专业队伍就不可能有高水平高效率的医疗工作。诊断治疗设备条件也要不断改善,包括监护及外科治疗。根据需要与可能,在各级医院以及门诊部开设心血管病专科门诊、专科病房,并与上级单位加强联系,保证诊断治疗质量。

(3) 积极推广群防群治:主要应开展高血压的普查普治;改善饮食结构,少吃脂肪、食盐,多吃豆类及不饱和脂肪酸;劝阻吸烟;提倡体育活动。对可疑心血管病患者要进行监测治疗。

(4) 心血管病防治专业干部的培养提高:完成心血管病的诊断治疗、预防和科研任务,需要大批专业人员。近年来全国各地心血管内外科、诊断和基础科研人员虽然增长很快,但为数仍较少,水平还要不断提高。心血管病是常见病,是普通内科、儿科以及有关临床、基础科室工作的一部分。因此也要有一部分其他科室人员重点进行心血管病的诊断治疗工作。在心血管病专业人员中,又要各有重点专长,做好这些方面的安排和培养,才能较好完成心血管病的防治任务。

(5) 按照地区和单位特点,有计划地开展科研:各地对心血管病的科研工作,应按地方和单位特点选题,组织力量,加强地区性和全国性协作。中国心血管病的分布和病程与西方有所不同,在治疗方面也各有特点和不同条件,各级卫生领导部门和专业单位在计划安排科研工作时,应注意这些情况。

(6) 加强国内国际学术交流:加强学术交流,如召开学术讨论会,办好杂志,组织协作,对促进心血管病防治工作可起重要作用。世界卫生组织曾制定国际诊断标准,召开专家会议,组织为期10年的心血管病人群监测,这些活动都有利于各国以及世界范围心血管病防治工作的不断提高。

肿瘤控制

肿瘤控制是针对恶性肿瘤而言。据近年统计,世界每年死于肿瘤约500万人。中国每年约有100万人发生恶性肿瘤,死亡约80万人,现症病人约150万人。不少地区肿瘤占各种死因的位次已由解放初期的第十几位上升到一至四位。江苏海门县、湖北武汉市等恶性肿瘤占寿命损失量的首位,约四分之一工作年龄损失是肿瘤造成的。

除指甲、毛发外,身体的各部位均可发生肿瘤。肿瘤主要病因之一系与环境因素有关。例如环境中的电离辐射诱癌,早在16世纪已有报道。日本长崎、广岛受原子弹爆炸后的幸存者中,白血病发病率明显增加。长期强烈的紫外线照射、慢性灼伤、机械性与外伤刺激等均可诱发肿瘤。环境化学致癌剂如来自煤烟的苯并(a)芘引起人的皮肤癌早已被肯定。香烟的烟雾及大气污染物中均含有致癌剂可致肺癌等。随着工业化的进程,有愈来愈多的化学物品问世,它们中是否含有潜在性致癌物还来不及一一检验。供合成塑料的氯乙烯,食品中的黄曲霉毒素,亚硝胺类物质等均具有致癌性。根据国际癌症研究中心(IARC)报道,目前已确认的人类致癌物为36种,可能人类致癌物也为36种,另有36种属潜在性人类致癌物。上述分类和品种,今后还将继续增加和证实。

某些病毒也可能导致肿瘤,例如EB病毒与鼻咽癌、单纯型疱疹2型和乳头瘤、18型病毒与宫颈癌

吸烟者诱发多种肿瘤的危险性显著高于不吸烟者。与吸烟关系最大的是肺癌。此外唇癌、舌癌、口腔癌、喉癌、食管癌和膀胱癌也都与吸烟有联系。饮酒可以加强吸烟的危害,还可导致肝硬化,诱发肝癌。

饮食过于精细,缺少纤维素,含大量脂肪,尤其是胆固醇,可使大肠癌的发生机率增高。当食品过于粗糙、营养素不足时,发生食管癌和胃癌的危险性增加。

儿童的癌几乎大都与遗传因素有关。有些肿瘤有家族倾向,如青年妇女的乳腺癌。老年人的免疫功能有所减退,可能与肿瘤随年龄而升高有关。

愈来愈多的学者认为肿瘤的病因是多因素的。

肿瘤防治的原则应抓"三早"(早期发现、诊断、治疗),攻"三关"(病因、诊断、治疗),目标是降低肿瘤的发病率、患病率、死亡率和提高生存率,其基本内容如下:

(1) 建立肿瘤防治组织:卫生部有肿瘤防治研究办公室,中国医学科学院设肿瘤研究所,各省、自治区、直辖市有的建立肿瘤防治办公室、肿瘤医院或肿瘤研究所,有的在医学院附设肿瘤医院(或内设肿瘤研究所),或在综合医院设肿瘤科。地、市、县在综合医院内有肿瘤科或肿瘤病床,负责肿瘤防治工作。在肿瘤高发的农村、工矿区建立肿瘤防治点,有的防治点还设有专门的肿瘤防治研究机构。建立防治点有利于防治与研究相结合、实验室与现场相结合,深入群众,结合实际。肿瘤防治网可和基层保健网结合,做到一网多用,以节约人力物力。如把结核病防治与肺癌防治结合,妇科病防治与宫颈癌防治结合,出生、死亡、疫情报告与肿瘤报告相结合等。

(2) 调查登记,掌握癌情:了解肿瘤在不同地区和人群中的发病死亡水平、变动和分布规律,可为研究病因、制定防治计划、检查防治效果提供科学数据。这是肿瘤防治研究的基础。基本方法有:①建立肿瘤的发病和死亡登记报告制度:根据报告资料统计肿瘤的发病率和死亡率。②进行肿瘤死亡回顾调查:中国有健全的户籍制度和基层保健网,医务人员有条件回顾近几年来主要肿瘤死亡情况。1975年起,全国按照统一计划、统一标准、统一方法,在8亿多人口范围内进行了3年死亡回顾调查(表1,2),初步摸清了中国常见恶性肿瘤的死亡情况(见表1,2)和地理分布特点。③根据地理分布情况,绘成肿瘤分布地图:描述各种癌症的地理差别,为病因研究提供基本线索。④开展肿瘤普查:普查是贯彻"三早"的重要措施之一,可在高发区或高发人群中有重点地进行,但

要考虑经济效果。⑤建立以医院为基础的肿瘤登记：临床诊断需可靠，记录需详细。如果肿瘤病人均能有求医机会，此方法可基本掌握癌情。⑥分析肿瘤病理资料：通过活检、尸检、骨髓片及细胞涂片等肿瘤资料，可计算各种癌症的百分比，供掌握癌情参考。

表1　中国1973—1975年主要恶性肿瘤死亡率(1/10万)

位次	男性		女性	
	部位	死亡率	部位	死亡率
1	胃	20.93	胃	10.16
2	食管	19.68	宫颈	9.98
3	肝	14.52	食管	9.85
4	肺	6.82	肝	5.61
5	肠	4.08	肺	3.20
6	白血病	2.79	肠	3.03
7	鼻咽	2.49	乳腺	2.61
8	脑	1.43	白血病	2.23
9	淋巴瘤	1.35	鼻咽	1.27
10	膀胱	0.80	脑	1.07
11	阴茎	0.39	淋巴瘤	0.96

据全国肿瘤防治研究办公室资料，1973—1975

表2　中国1988年主要肿瘤死亡率(1/10万)

		市			县		
		男	女	合计	男	女	合计
合计		141.33	99.40	119.12	112.79	76.50	95.02
其中：	肺癌	36.66	21.36	28.84	17.22	7.64	12.53
	胃癌	27.73	15.25	21.39	27.48	17.25	22.48
	肝癌	25.74	11.29	18.52	29.00	12.00	20.68
	食管癌	14.81	8.35	11.52	22.29	16.00	19.21
	肠癌	7.65	8.28	7.80	5.57	4.99	5.29
	白血病	3.74	3.41	3.51	3.63	3.37	3.50
	乳腺癌		6.20	2.92		2.76	1.35

资料来源：1989年中国卫生年鉴

注：以上两表来源不同，表达方式不一致

(3) 研究病因，防止致癌因素的作用：研究肿瘤病因不单纯是医学方面的任务，而是多学科的任务。中国1975年组织了医学、环境化学、微生物学、地质学等十多个学科到四川、河南等5省15个县进行食管癌流行病学和病因学综合考察。后来又对胃癌、肝癌、鼻咽癌等作了综合考察，广泛收集考察地区的有关资料，采集了大批实验样品，为病因研究提供了重要线索。在探讨病因的基础上，可针对可疑致癌因素，加强预防和治疗工作。

(4) 研究改进早期发现、诊断和治疗方法：早期发现和早期诊断技术，要求尽可能地方便、准确、经济。国内设计的单腔或双腔管线网气囊法诊断食管癌，阳性率可达90%，并可分段拉网定位，显著提高贲门癌的细胞学诊断阳性率。采用灵敏度较高的甲胎蛋白免疫测定法检测原发性肝癌，阳性率可达97.9%。对肿瘤的高危人群坚持专册登记，定期普查，是贯彻"三早"的重要措施。普查方法应简便易行。如尚无有效的早期诊断方法的，可采取梯度筛选，其程序从简单到复杂，从灵敏度低到灵敏度高、从非特异性到特异性。普查应与普治相结合。有些地方坚持早期发现和治疗癌前病变，使宫颈癌发病率显著下降。肿瘤早期治疗可降低病死率，提高生存率，减少劳动力丧失。全国用中医扶正培本法调整机体抗癌力，对早期病人以祛邪为主，扶正为辅，晚期病人以扶正为主，祛邪为辅，配合其他疗法，可减少治疗的副作用，降低病死率。

(5) 普及防癌知识：是开展群众防癌活动提高肿瘤防治研究质量的关键。临床各科医师都应熟练掌握本科常见癌症的诊疗技术。可举办各种癌症的防治研究专题进修班，总结交流防治研究经验，推广防治研究成果。

要通过报刊、杂志、电视、电影、广播、医院等经常宣传防癌知识，消除可疑致癌因素，增强机体抗癌能力。

中国针对肿瘤发病和死亡情况，制订了2000年前降低癌症死亡率的规划(表3)，为各地有计划地开展防癌工作指明了方向。

表3　中国2000年前降低癌症死亡率的规划

目的		方法	估计下降(%)
预防：	控制吸烟	在中学生、孕妇、医务人员、高危职工中劝阻吸烟、公共场所禁止吸烟使吸烟率下降15%，烟焦油降到每支15 mg	3
	接种乙肝疫苗	在肝癌高发区对所有新出生婴儿进行疫苗接种	1
筛检：	阴道涂片	在宫颈癌高发区对25—60岁妇女每3年普查一次	2
	乳腺自查	在上海、北京和天津三城市开展乳腺癌自检	
	其他筛检	有条件处进行食管癌、鼻咽癌和肝癌的筛检	1
治疗：	规范化诊治方案	制定各种主要癌症的诊断、治疗、随访方案	
	提高生存质量	应用传统医药、心理、营养治疗、促进康复医疗，希望到2000年时，五年生存率可达20%—25%	3

慢性阻塞性肺部疾病控制

慢性阻塞性肺部疾病是慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿、哮喘性支气管炎及其继发症的总称，是和室内外空气污染及其他刺激因素有密切关系的一组疾病。这类慢性疾病的症状，如咳嗽、多痰、喘鸣、呼吸困难等与呼吸

功能障碍(阻塞性障碍)很相似,其继发症常见的有肺纤维化、支气管扩张、肺炎、自发性气胸和慢性肺心病等。不但鉴别困难,而且其病因、病理、病理生理等方面迄今尚未得到充分阐明。所以,各国均采用慢性阻塞性肺部疾患这一概括性名称。

慢性阻塞性肺部疾病的病因,环境方面有大气污染、接触化学刺激物和过敏原及病毒感染等。随着工业的发展,近年来,大气中硫氧化物、氮氧化物和飘尘等的浓度较高,长期和持续侵入污染区居民的呼吸器官,再加上不良气象因素的作用,致使有些国家慢性阻塞性肺部疾患的发病率和死亡率日趋增加,其死亡率在疾病死因中已占有重要位置。此外,个体的差异性,如个体素质、敏感性、体内免疫水平以及年龄、性别等内因,在本病的发病方面也起着很大作用,例如,有慢性鼻炎、副鼻窦炎、支气管扩张、肺炎、呼吸道反覆感染等既往史者,同本病的发病也有密切关联。此外应考虑本病有关的协同因素,如吸烟可加重上述疾病的发生和发作。本病是多种因素综合作用的结果。

慢性阻塞性肺部疾病的气道阻塞主要由于细支气管炎症所致。细支气管内壁几乎无杯状细胞、腺体和纤毛上皮,自净能力极弱。又因细支气管多,其横断面的总面积比气管大得多,故到达细支气管的气流速度显著降低,而随空气带入的污染物、微生物便容易沉着于管壁上,细支气管对异物刺激无反应,难以咳出,加上该部位管壁薄又无软骨,炎症易向周围扩散;或因变态反应引起粘膜肿胀,管腔变窄,分泌物易停留而导致阻塞。

慢性阻塞性肺疾病分A、B两型。A型多在中年以后发病,以呼吸困难为主要症状,劳动时胸闷,并伴有喘鸣,呈桶状胸,X线检查肺野透明度增加 呼气时气道阻力增加,肺扩张能力降低,患者消瘦、体重降低。B型发病多为青少年和小儿,以咳多量粘液性脓痰为主要症状。晚上常见下肢浮肿,口唇、肢端青紫,呈低氧血症。呼气和吸气时均有气道阻力增加。X线检查,因支气管壁肥厚,呈轨道状阴影。

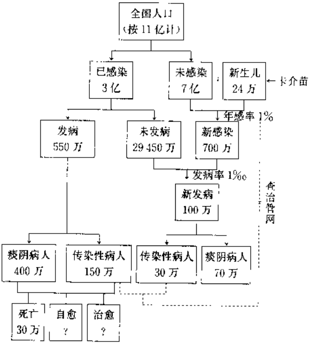
死因过去多笼统地认为是气道阻塞所致。有人根据对诊断为气道阻塞的134例死亡病例作了尸体解剖检查分析后,发现因气道阻塞直接致死者101例,符合率为75.4%;非气道阻塞致死者33例,占24.6%;进一步分析101例因气道阻塞直接致死者,其中淤血性心脏功能不全伴肺心病者73例,呼吸功能不全11例。可见心脏功能不全和呼吸功能不全所引起的气道阻塞也占有重要位置。此外,高龄死亡者多合并有心肌梗死、脑血管障碍等疾病,今后应引起注意。

本病因受多种因素影响,预后较复杂。发病后如继续居住在大气污染区与高山地区者,预后多不良。有肺心病者与体重明显降低者预后不佳,开始出现呼吸困难症状的年龄越晚和戒烟者,预后较好。

防治措施从个人来说戒烟是首要的。如某地区本类疾病特多应注意防治室内、外空气污染。严重患者应迁出污染区,预防呼吸道感染,经常作呼吸体操也有助于症状的减轻。

结核病控制

结核病是危害人类健康的重要疾病之一。自从抗结核药物问世以来,在发达国家,疫情从以往每年递降3%—5%的速度,增至每年递降10%—13%。结核病虽已不成为重大问题,但近年来由于艾滋病的流行,结核病在某些地区又有复燃的报道。在某些发展中国家,结核病仍属常见病和多发病。全世界估计约有1 500—2 000万活动性结核病人,其中半数有传染性,每年约有400万新病例发生。在中国,结核病仍是一个重大问题。全国11亿人口中,约有7亿人已受感染,年感染危险率约1%,即每年约有700万人新受感染。80年代全国抽样调查,估算有550万病人,其中150万病人有传染性;每年约有100万新病人,包括30万传染性病人;每年死于结核病者约30余万人。据多数城市或地区统计,结核病仍为十大主要死因之一。以下图示中国结核病流行概况:



中国结核病流行概况图

结核病流行基本环节 结核病主要是呼吸道传染病,只有微小(1—10μm)的飞沫核才能进入易感者的肺泡或细支气管末梢形成感染。流行的基本环节是:①传染源:痰涂片阳性的病人是传染源。病人排到空气中的飞沫核是结核病流行的第一直接动力。②传染途径:空气中存在一定浓度的飘浮性带菌飞沫核加上易感染者经常

和密切与之接触，才能形成感染，这是流行的第二直接动力。③易感者：只有5%左右的易感染者在感染后5年内发病，更少的易感者在数年或数十年后才发病，90%以上受感染的人群不会发病。易感者是流行的第三直接动力。三个流行基本环节构成结核病流行锁链。社会经济条件、生活和卫生水平、医疗设施和防治力量等是影响结核病流行的社会因素，是重要的间接流行动力。

结核病控制措施 早期发现病人，予以彻底治疗，是消灭传染源，削弱流行第一动力的最重要手段。早期发现的重点对象是传染性病人。因症就诊（被动的）或因症查病（主动的），可发现3/4以上的传染性病人，但必须在有组织有计划地开展防治工作的基础上，充分发挥综合性医疗机构，特别是基层医疗机构的作用才能取得成效。

合理的化学治疗（化疗）可使95%以上初治排菌病人的痰菌阴转，达到临床治愈。有效化疗2周内可使排菌病人失去传染性。化疗成功的关键是坚持规则服药，直至疗程结束为止。简单易行的化疗，病人可在家进行并取得与住院治疗同样的疗效和防止病菌传播的效果。

卡介苗接种是预防儿童、特别是新生儿结核病的有效方法，能提高人群免疫力，减少易感者，保护力在1：4到1：8之间，接种后发病人数减少80%—90%。卡介苗对减少接种人群发病的直接作用是肯定的，必须强调推行。

药物预防对好发对象可防止发病，但健康人传染源的比重很小，不宜推广。

在有效的化疗下，适当的消毒隔离措施，如通风、阳光、分食、不面对人咳嗽等卫生习惯，可杜绝家庭内传染。

结核病控制措施的实施 有以下几点。

（1）防治规划：中国已将结核病防治列入重点防治的疾病之一。为了有效地开展防治，必须有一个统一切实可行的规划，其目的为根据结核病流行情况有效地运用现代的科学技术，合理地使用卫生资源，开展防治工作。

结核病防治规划必须与卫生事业发展规划相适应，与其今后的发展相协调和平衡。应从费用与防治效果及费用与经济效益两方面考虑，选择以最少投资达到最大成效的防治措施。鉴于结核病分布面广，规划的范围必须包括全部城乡人口，可分为全国性和地区性二级。各省、自治区、直辖市根据全国规划的要求，结合当地具体情况，制订本地区防治规划。结核病的控制须经较长时期才能奏效（一般5年才见初效），在已感染人群中，数年至数十年后还可能发病，故应作长时期安排。

（2）防治机构：结核病防治工作应纳入城乡医疗保健网，采取专业机构与一般机构相结合的方针，才能取得事半功倍的效果。结核病防治网可分专业性质的中央级和中间级以及非专业性的基层级。中央级为国家级和省级结核病防治机构，中间级为县、区级结核病防治机构。国家级负责拟订全国防治规划和决策、业务技术指导、防治质量检查和效果评价、培训和科研等；省级根据全国规划要求，结合本地区情况承担上述任务。县区级专业防治机构是本地区防治工作的业务组织者和技术指导者，除直接承担一部分防治业务及收集基本疫情资料外，须与非专业机构及基层卫生保健机构密切结合，落实专人兼管，自上而下逐步形成防治网。基层卫生保健机构是结核病防治的实际执行者。鉴于结核病以在家庭中治疗为主，结核病院现有的床位应充分发挥作用，短期收治必需治疗的排菌病人和急症及合并其他疾病的结核病人，并承担部分地区的防治工作。

开展防治工作的步骤 有以下几点：

（1）制定国家及地区防治规划：①根据流行病学资料，评定结核病问题的大小，结合人力、物力和经济资源及轻重缓急，决定结核病防治在卫生工作中的位置。②提出目标，包括长期、中期和近期的流行病学目标及防治目标。③制订策略。先解决结核病防治的主要问题，采用简易可行且经济的方法。④制订防治技术的政策。如应用卡介苗和早期发现病人及治疗等一系列技术政策。⑤决定资源的分配，统一技术方案和标准、编号、工作手册和教材。

（2）实施防治规划：①制订行动计划。包括年度计划及各层次机构的工作计划，提出目标，培训人员，包括专业人员及基层卫生人员。②建立领导管理系统及实施规划的基层组织。③小范围试点，试点结果反馈。根据需要修订行动计划，试点结果初步推广；不断建立专业机构；初步健全防治网；建立登记报告、病人发现和治疗管理制度；建立质量控制制度，如痰质量检查、病人发现和治疗质量检查，特别是能否坚持规则服药的质量控制制度；制订统一治疗方案，一般采用两种方案，一种是异烟肼与链霉素及对氨水杨酸钠1年到1年半的标准化疗方案，若经济条件允许也可采用含利福平9个月或含利福平及吡嗪酰胺6个月的化疗方案，用药初期1—3月为强化治疗期，每日服药，愈后为巩固期，可减少药物或间歇用药，建立各种制度，保证病人规则服药。

（3）定期的系统指导及督导规划的实施：在规划实施过程中，建立上级或不同层次的督导指导，包括常规考核及定量、定性的防治工作的考核，提高防治质量。

（4）规划的评价：在实施规划过程中及规划实施一个阶段时，应该对防治工作进行评价，包括各项防治规划实施及规划的全面评价，其目的为系统的总结经验教训，肯定成绩，发扬优点，改正缺点，提出建议，为今后修订规划提供依据，使修订后的规划进入一个新的循环，周而复始，不断前进。

寄生虫病控制

寄生虫病种类多，分布广。国内解放初期危害较大的有血吸虫病、疟疾、丝虫病、钩虫病和黑热病，统称中国的五大寄生虫病

寄生虫病流行概况 国内的血吸虫病是日本血吸虫引起。流行于江苏、浙江、江西、安徽、福建、广东、广西、湖南、湖北、四川、云南、上海等12个省、自治区、直辖市373个县(市)。累计查出患者1 200余万,其中40%有症状,5%—10%为晚期病人;累计查出患病的耕牛约120余万头;中间宿主钉螺的孳生面积约148亿m^2。经过30余年努力,至1988年底全国已有141个县、市达到“消灭血吸虫病”标准,122个县、市达到“基本消灭血吸虫病”标准;广东、广西、上海和福建已全部达到了“消灭血吸虫病”标准。全国已累计治愈血吸虫病人1 100余万人,治愈病牛110余万头,已消灭有螺面积114亿m^2。流行面貌有了显著的变化。尽管如此,遗留的问题仍十分严重。未达“消灭”的县大多为流行严重的江、湖、洲、滩地区和大山区。尚未消灭钉螺的地区,90%以上是灭螺工作很难实施的地区。1986年以来,基本消灭血吸虫病的地区疫情回升,钉螺扩散,其分布面积扩大。急性血吸虫病亦时有发生。这说明,血吸虫病的“消灭”,需经时间的考验,并须进行严格的监测,连续作战,持之以恒。

疟疾在解放初期1 829个县(市)流行,占当时全国县(市)数的70%以上。估计每年疟疾病例在3 000万人以上,云、贵、两广流行最为严重。四种疟原虫均存在,而以恶性疟、间日疟为多见。据1986年疫情统计,发病数降至36万余例。在实施综合防治措施后,疟区不断缩小,尤其从1980年以后病例连年大幅度下降,全国75.3%人口地区只有散在病例发现,仅7.5%的人口处在中低度疟区中。

丝虫病在国内流行的仅有班氏和马来两种,分布在15个省、自治区、直辖市的846个县(市)中。马来丝虫分布于南方诸省,班氏丝虫分布于北方诸省。流行程度各地不同,感染率超过30%以上的有11个县(市),中、高度流行的有374个县(市)(5.1%—30%)。50年代估计患病人数为3 099万人,班氏丝虫病占2/3,有症状者约540万人。目前80%的县已基本消灭,人体血微丝蚴率在1%以下,尚余患者400余万人。

钩虫病流行于江、淮流域的15个省、自治区、直辖市,华东、华北地区以十二指肠钩虫为主;华南、西南地区以美洲钩虫为主。全国钩虫感染者以千万计,有症状者约1%左右。

黑热病在长江以北广大农村,如山东、河南、河北、陕西诸省和苏北、淮北地区流行;湖北、辽宁、山西、甘肃、青海、四川、北京、宁夏和新疆等有散在分布。流行县(市)650余个,50年代估计病人在53万人以上,在严重疫区,病死率为4%。病原体为杜氏利什曼原虫,寄生在人体单核巨噬细胞内,以白蛉为媒介,吸血时在人间传播。通过普查普治,至1958年中国大部分流行地区已达到基本消灭黑热病,白蛉近于绝迹,但在西北的荒漠和山丘地区尚有散发病例,媒介是野生野栖白蛉,当地贮存宿主是病犬。

寄生虫病防治的基本措施 有以下几点:

(1) 加强领导,全面规划,建立防治机构。1955年冬毛泽东同志提出“一定要消灭血吸虫病”的号召后,党中央成立了血吸虫病防治九人领导小组,并于1956年把消灭血吸虫病、丝虫病、钩虫病、黑热病等多种疾病列入《全国农业发展纲要(草案)》。流行地区都建立了血吸虫病防治所、站、组,培训了大量防治技术干部,在流行区建立了脱产的专业防治队和不脱产的卫生员、灭螺员、灭蚊员,参加防治工作,从中央到基层形成了一个防治网。

(2) 贯彻防治为主方针,采取综合防治措施。例如对血吸虫病,以灭螺为主,同时开展治疗病人、病畜,粪便管理,安全用水与集体和个人防护的综合措施。

对疟疾则采取:①控制传染源,消灭人体内的疟原虫。②防治传播媒介,灭蚊。③保护易感者,防蚊叮刺;服药控制传染或抑制发病(常用乙胺嘧啶、氯喹、哌喹等)

对丝虫病则通过对流行区居民反覆进行普查、普治控制传染源。在高度流行区,则采用海群生或海群生药盐全民药物防治,结合防蚊、灭蚊措施。

对钩虫病则采取普查普治,每年进行一至二次,结合粪便管理;个人防护,穿胶鞋下田劳动,防钩幼虫侵入皮肤,不吃生蔬菜防止经口感染等措施。

对黑热病则主要是控制传染源,普查普治,消灭白蛉。

(3) 加强科学研究,提高防治理论和技术水平。寄生虫病防治工作,一要依靠科学技术的正确指导,二要依靠广大群众的热情支持,两者紧密结合,才能取得较大效果。1955年卫生部成立了全国血吸虫病研究委员会(包括疟疾、丝虫病、钩虫病和黑热病)。1980年分别成立全国疟疾专题委员会和丝虫病专题小组。1987年卫生部分别成立了血吸虫病专家咨询委员会和寄生虫病专家咨询委员会代替原来的专题委员会,协调科研计划和成果推广,交流防治经验,进行学术讨论,组织寄生虫病的预防、诊断、治疗、新药、基础理论和中医中药的研究。1958年中央卫生研究院华东分院改名为中国医学科学院寄生虫病研究所,目前寄生虫病研究所隶属中国预防医学科学院,承担科学研究、协助科研计划、培训干部和情报资料四项任务。疫区省根据实际需要成立血吸虫病、疟疾或寄生虫病防治研究所。全国各医学院校设置寄生虫学教研室或组,有条件的还成立研究室。有关科研单位和生产单位(如药厂)紧密结合,加强协作。

人畜共患寄生虫病控制

人畜共患寄生虫病是在人与脊椎动物之间自然传播的寄生虫病或寄生虫感染,又称动物源性寄生虫病。某些人畜共患寄生虫病能在人群中广泛传播并造成死亡,如日本血吸虫病、旋毛虫病、细粒棘球绦虫病等。

根据病原体的生活史可将人畜共患寄生虫病分为

四类。

（1）直接人畜共患寄生虫病：病原体直接由受感染的脊椎动物传给易感的脊椎动物，也可借污染物媒介机械传播。在传播过程中病原体没有或很少有繁殖及发育变化。如旋毛虫病在野生动物间的传播是由于相互残杀而引起感染，人类则通过食用未煮透的病猪肉而引起感染。

（2）循环人畜共患寄生虫病：病原体必须经过两个以上不同种脊椎动物宿主才能完成生活史，但不需无脊椎动物宿主。如细粒棘球绦虫的成虫多寄生在狗、狼等犬属食肉动物小肠内，其孕节成虫卵随宿主粪便排出，可被中间宿主羊、猪、骆驼等食入，其钩蚴从虫卵中逸出，钻入中间宿主肠壁，随血循环至肝脏，发育成棘球蚴。人由于食入虫卵而得棘球蚴病。

（3）媒介人畜共患寄生虫病：病原体借无脊椎动物传播，需在媒介动物体内增殖或发育或两者兼有。如非洲、南美等地流行的盘尾丝虫，通过中间宿主蚋传播。蚋叮咬终宿主时，微丝蚴随组织吸入蚋的支囊，移行到胸肌处发育成熟后移到下唇，再次叮咬终宿主时传播给猴、猩猩与人。

（4）污染人畜共患寄生虫病：病原体通过食物、土壤、植物等非动物的贮存和发育传播给脊椎动物。如幼虫移行症（larva migrans），系犬体钩虫卵在土壤中发育成感染性幼虫后，当侵入非正常宿主，即人时，幼虫可在人体皮肤内长期移行引起。

流行特征 人畜共患寄生虫病在人群中分布广泛，但有的甚为罕见或局限于一定地区，其流行特征不一，有以下现象：

（1）地方性和季节高峰：依赖节肢动物媒介传播的人畜共患寄生虫病，媒介本身有生态学特点，受温度、湿度等环境因素影响甚大，媒介的季节密度高峰与所传疾病的发病高峰一致，呈季节性。媒介的地理分布与疾病流行地区也一致，可呈地方性。

某些疾病的传播依赖一定生态条件的非节肢动物中间宿主，如血吸虫病分布与中间宿主钉螺的分布地区一致，也呈现地方性。

（2）特殊职业人群中的疾病分布：因暴露于病原体的机会不同而造成。在牧区果狂蝇和异狂蝇可导致人眼蝇蛆病。胃蝇蛆病多见于马匹饲养员。非洲锥虫病多见于水利工程人员。粘膜利什曼病多见于热带橡胶工人。麦地龙线虫多见于水运工人。钩虫病、皮肤幼虫移行症多见于菜农、桑农、茶农。尾蚴性皮炎多见于从事水稻生产者。蜱螨侵入多见于动物饲养员。

（3）自然和社会因素对人畜共患病的影响：社会发展促使家畜种群增加，动物养殖或生存环境的变化，增加人对病原体接触的机会。这些都有可能改变原有的流行模型，使某些区域出现该地区未曾有过的人畜共患寄生虫病。自然资源的开发、森林采伐、造林、大规模蓄水灌溉工程等常破坏原有的生态环境，从而影响人畜共患寄生虫病在人群中的流行。战争、灾害、大量移民等能加重疾病的流行。围湖造田、修整灌溉水系可造成不利于钉螺孳生的环境从而控制血吸虫病。为增强湖区蓄洪功能，采取退田还湖、退耕还草，恢复钉螺的孳生环境，可重新引起血吸虫病的流行。

生活习俗的改变，常常影响寄生虫病的传播。中国南方一些地区利用人畜粪作饵料喂鱼，有助于华枝睾吸虫完成生活史。野生动物驯化和饲养过程，家畜良种的引入和输出，国际间野生动物交换等都有可能引入新的人畜共患寄生虫病。

病原体 人畜共患寄生虫病的病原体包括①原虫（弓浆虫、利什曼原虫等）。②绦虫（曼氏裂头蚴、细粒棘球蚴等）。③吸虫（并殖吸虫、血吸虫等）。④线虫（弓长线虫、旋毛虫等）。⑤节肢动物引起的蝇蛆病和螨引起的呼吸道、泌尿道感染等。不包括仅在宿主体表吸血或居留的寄生虫。

传播方式 病原体传播到新宿主的基本方式有三种：

（1）经口传播：宿主吞食寄生虫卵或幼虫，或吞食带有寄生虫幼虫的中间宿主。自然界中并殖吸虫主要在食肉动物中流行。人偶尔生食感染性溪蟹而获得感染。弓浆虫的动物宿主很多，从狗、猪、兔的唾液中都可检出滋养体，随猫粪排出体外的囊合子在外界抵抗力很强，故经常接触猫、狗与家畜都有可能感染弓浆虫。

（2）经吸血节肢动物传播：吸血节肢动物在吸取宿主血液或组织液时，将病原体从一宿主带给另一宿主。例如丝虫、疟疾等。

（3）病原体通过幼虫钻入宿主皮肤：如血吸虫尾蚴在水中侵入与疫水接触的人和动物的皮肤。某些线虫卵在土壤中发育成丝状蚴，钻入宿主的皮肤。

防制措施 人畜共患寄生虫病已经成为重要的公共卫生问题，其中有的很易控制，有的目前还无有效的防制措施。在拟订防制策略时应考虑社会经济综合因素和流行病学的依据制定出切实可行的防制方案。一般应注意：①制定全国性人畜共患寄生虫病整体防制规划、管理原则及方法，统筹与国际间的技术合作。制定、执行必要的法规，如对进出口动植物检疫法规，食品卫生监督检验法规。②在开发自然资源，研究大型引水、蓄水工程时应对可能引入的人畜共患病及其危害进行估计。如中国在开发长江水资源，进行南水北调重大工程时，对钉螺孳生地扩大的可能，作了估计。③采取综合性防治措施，如公共卫生人员与兽医合作，检测和治疗患者与患病动物；切断由动物传播给人的感染途径；切断野生动物传播给家畜的感染途径；切断人与人之间的传播；消灭节肢动物媒介与中间宿主，捕杀动物宿主；防止疫区范围的扩大。

地方病控制

地方病(endemic disease)指局限在某些特定地区发生或流行的疾病。中国的地方病现知有70余种,列入国家重点防治的有鼠疫、布鲁杆菌病、克山病、大骨节病、地方性甲状腺肿、地方性克汀病和地方性氟中毒等7种。地方病按其发病原因可分为自然疫源性疾病、生物地球化学性疾病、和生产生活方式有关的疾病三类。

地方病的病因是单一的。病因作用于人体的途径多数也是单一的。任何地方病的发生,皆与病区中某个因素有密切联系,表现为相对稳定的地方性。地方病常因病区自然环境、生产生活条件的改变而呈现比较明显的年度、季节性多发,即所谓的"波浪性"。地方病主要发生在广大农村、山区和牧区等偏僻地带。在经济发展、文化提高、生活改善之后,有些地方病可能"自然地"减少。但是,地方病作为历史现象,不会轻易消失,只要它所依存的自然条件与社会生活方式还存在,就仍有发生的可能。如鼠疫,只要自然疫源地还存在,人间鼠疫就可能发生。所以防治地方病一定要常备不懈,坚持到底

流行概况 解放前,地方病处于无控制状态,很少防治措施,也没有可靠的统计数字。解放后,全国地方病防治工作取得了较大的成就。人间鼠疫已被控制,布鲁杆菌病的大规模流行已终止,克山病的发病率、死亡率逐年下降,大骨节病、地方性甲状腺肿、地方性克汀病、地方性氟中毒的防治也取得了一定成绩。病区内,地方病常呈灶状分布,如大骨节病、地方性甲状腺肿在重病村几乎人人患病,对病区人民的健康、生产、生活影响极大。

防治组织 解放后,防治地方病是国家卫生工作的重点。1949年即在病区建立防治科研机构,针对鼠疫、克山病、大骨节病等开展了防治工作。1960年中共中央成立北方防治地方病领导小组,1981年改称为防治地方病领导小组,面向全国。领导小组办公室兼卫生部地方病防治局职能,负责防治地方病的日常工作。地方病流行的省、市、自治区及自治州、县、旗均设有相应的领导小组及防治地方病办公室。1985年撤销地方病领导小组,在卫生部下设立地方病防治局。在地方病防治工作中,卫生部门必须与农业、牧业、水利、化工、供销、粮食等部门配合

中国主要地方病防治技术

	鼠疫	布鲁杆菌病	克山病	大骨节病	地方性甲状腺肿	地方性氟中毒
病因	鼠疫杆菌	布鲁杆菌	不明	不明	缺碘或高碘或致甲状腺肿物质	氟中毒
病理	炎症、败血症、广泛的血管内凝血	传染变态反应性疾病、网状内皮增生、慢性脓毒症	原发性心肌实质的变性与坏死	原发性关节软骨变性、坏死以及修复性增生改变	甲状腺滤泡肿胀、胶质贮留以及续发性增生改变	氟在骨与韧带组织的异常沉着,破坏了骨的正常形态功能
临床	肺型、败血型、腺型、皮肤型	发烧,关节痛和肿大,肝脾及睾丸肿大,有急型和慢型	地方性心肌病,表现为急型、亚急型、慢型与潜在型	地方性、多发性、变型性骨关节病	甲状腺弥漫性或结节性肿大	地方性氟骨症与氟斑牙病
诊断	病史、体征、流行病学特点、病原菌检出	病史、体征、血清学检查	病史、体征、流行病学特点、心电图、X线片	病史、体征、手部X线片	病史、体征、尿碘量检查	病史、体征、胸部及四肢骨的X线片
主要发病人群	病区的猎人、牧人及任何进入自然疫源地者	牧人,接触病畜的乳、肉、毛皮、排泄物者	病区农业人口的妇女与儿童	主要是农村的5—13岁儿童	青春期多发,女多于男,生育期妇女多发	氟斑牙发生在3—15岁儿童,氟骨症20岁左右发病,30—50岁病人最多
预防	消灭疫源动物:黄鼠、旱獭、沙土鼠、褐家鼠、小家鼠,药物灭蚤,健全疫情报告网,交通检疫	消灭病畜,做好畜牧产品的卫生管理,人畜免疫,可用滴鼻法、划痕法、气雾法	改善生活、卫生条件。每周服亚硒酸钠1mg可预防复发	综合性措施,改善一般生活、卫生条件。从非病区换粮,种植水稻,主食由玉米改为大米	碘盐预防,以二万分之一为宜,碘化油注射,每三年一次	寻找低氟的自然水源,饮水除氟
治疗	链霉素有特效	一般疗法,抗生素疗法,对慢性重病人可采用激素疗法	急型:大剂量葡萄糖维生素C持续15日 亚急型、慢型,洋地黄化	尚无特效疗法,含钠含硫药物有一定疗效	1%碘化钾液,每日2—6滴,连服3个月,碘化钾片(1mg),每周2—3次,每次1片,严重病例可手术	尚无特效药物。常用有钙片、维生素D疗法、氢氧化铝凝胶疗法

行动，方可奏效。防治地方病专业机构包括省的地方病防治研究所或省卫生防疫站的地方病科，市、县、旗卫生防疫站的地方病防治科、组，各乡、镇（社）卫生院设卫生防疫医生。最基层的是村（队）卫生室，乡村医生及不脱产卫生员。各级专业机构结合基层组织构成地方病防治网。

防治措施 单就技术而言，防治病因清楚的地方病并不困难，只要排除病因或者切断病因作用于人体的途径，即可控制疾病的发生。对鼠疫、布鲁杆菌病、地方性甲状腺肿、地方性克汀病、地方性氟中毒，已经积累了成熟的防治经验，措施落实定能收到效果。但是地方病分布广、病人多，开展防治必须有大量经费、人力、物力和各种专业机构。对病因未明的克山病、大骨节病尚无特效防治措施，需要深入研究。防治地方病的必要条件是：①建立、健全防治地方病领导机构与专业队伍，落实各项规划。②推行科学的简易可行的防治措施，如普及加碘食盐，寻找含低氟的水源。③加强科研，因地制宜地确定防治地方病的技术措施。④以简明、通俗的宣传手段，把地方病知识和有效的防治方法交给群众，动员他们主动地参加防治。⑤发展经济，普及文化，提高病区人民物质文化生活水平。

地方病防治技术见附表。

精神病控制

精神病（psychinosis）控制的重点是针对一些患病率高、影响较大的精神性疾病，如精神分裂症、躁狂、抑郁症等。精神病患者以青壮年为多。本世纪来由于科学技术迅速发展，社会结构与生活方式急剧改变，精神病发病率及患病人数有较大的增长。据世界卫生组织估计，全世界约有二亿人患各类精神疾病，其中重度精神病患者约4 000万人。

精神病的病因是生物因素、心理因素与社会因素交替作用的结果。社会因素中具有致病作用的因素很多，如家庭纠纷、生活中的劣性刺激，均能产生焦虑、抑郁。家庭问题是重要的社会致病因素，如老年人在家庭中缺乏照顾，在社会上失去地位，减少或丧失了人际接触，也会引起孤独感和产生忧郁。

精神病的预防分三级，一级预防是在健康人群中预防发病；二级预防是对病人预防复发；三级预防是对慢性精神分裂症病人预防衰退。前者属病因学预防，目前还不易做到，后两者如能采取正确的方法是可以收效的。社区精神病学出现于50年代后期，它研究在一定人口的社区范围内有关精神健康问题，包括心理咨询、急诊、门诊、住院、出院后随访、疗养、职业训练、社会安置等一系列工作，由心理学工作者、精神科医务人员、社会工作者协同组织服务，把精神病人的治疗由院内转到院外。院外疗养可采取多种形式，如日间医院、夜间医院、寄养所、疗养公寓、监护性工场、重返社会训练所等，使病人出院后经过这些中间设施再返回社会，避免因长期住院而引起衰退，也避免因不适应新的生活而导致疾病复发，并在社会的各个领域开展有关精神卫生服务，组成一个对精神病人的社会支持体系。

精神病防治组织 中国近年来在部分大中城市及少数农村，开展了社区精神病防治管理工作。在组织领导方面，按省、市、县、区或乡、镇各级成立有卫生、民政、公安及其他有关部门参加的精神病防治管理机构，分工负责，各司其职。卫生部门负责组织专业机构，开展培训、普查、治疗、普及教育和业务指导等。民政部门负责组织有关社会防治管理，收容和经费的补助、使用和监督。公安部门负责组织和发动群众加强对患者的监护、管理和教育。其他有关部门则提供必需的房屋、土地以及劳动生产设备等。城市、农村及工矿等基层卫生机构，开设定期精神病门诊，担任本地区精神病人的复诊、随访、家庭病床，以方便病人就近医疗，随时掌握和发现病情动态，达到早期治疗、防止复发的目的。农村、工厂基层卫生人员经过短期培训后，可担任送药、服药、监护及病情报告等任务。

地区的精神病防治管理 精神病人返回社会后，为使他们重新适应社会环境，避免各种影响疾病的因素，减少病情复发和衰退，必须动员社会各方面力量，采取各种形式和方法，帮助患者逐步走向康复。

（1）精神病工疗组：在街道范围内，开办工疗组，接纳病情基本稳定的重症精神病人入组，每天劳动学习6 h，配合文体活动，按时按量服药。病人在组内过有规律的生活，情绪稳定，打破病态意志行为的惯性，养成有秩序的行为方式。病人看到自己劳动的成果，有助于消除自卑感，鼓舞其作为社会一员的信心。工疗组应有专人负责，由有关工厂供给合适的生产加工任务。工疗组内培养一名初级医务人员，担任简单的医疗工作。精神病防治机构及基层卫生单位的医务人员，负责组内病人的诊断治疗及业务指导。工疗组病人经过较长时间观察，病情确实属稳定，健康状况良好符合就业条件者，建议有关部门分配就业。

（2）基层精神病防治站：在缺乏或远离市、县级精神病防治机构的情况下，可在街道范围内建立精神病防治站，配备受过3—6个月精神病专业培训的卫生人员及短期学习精神病防治知识的管理人员，设置少量简易病床，担负本地区精神病人的门诊、临时留治、家庭访视、家庭病床等工作。站内开设工疗班，接纳病人来站工疗。上级精神病防治机构定期派医生来站指导，重症病人则转专业机构处理。

（3）院（站）外工疗组：各级精神病防治院（站）可附设不同规模的院外工疗组，接纳本院（站）出院病人，早来晚归，组内活动内容与工疗组相同。只要症状有所缓解，就可出院。入组后继续维持药物治疗，这样可增加接触社会和人际交往的机会。院外工疗组也可作为长期住院病人出院前的过渡措施，防止出院后因治疗中断引起病情

复发。

(4) 群众性精神病看(监)护网：看(监)护网以居民委员会为单位，建立由治保、卫生、福利、民警等方面参加的工作小组。每一病人安排2—3人看(监)护，主要任务为：观察病人病情变化，及时与医务人员联系，督促病人按时按量服药，关心病人的思想和生活，协助解决他们的实际问题和困难。对复发病人进行监护，起到早发现、早治疗、早控制、减少复发、减少肇事的作用。各级精神病防治机构，要作好看(监)护网的技术指导和后盾，随时解决他们的困难。

(5) 家庭病床：指非专业的基层卫生组织开设的家庭治疗病床。街道卫生院范围的精神病人，除因病情需要需收入精神病防治院外，少数因行动不便、年老体弱或一时无法住院者，可由街道卫生院兼职精神病防治医生上门治疗访视。

(6) 慢性精神病人疗养村：部分精神分裂症病人最终转归为慢性衰退，如流散在社会上，将影响公共秩序，设立慢性病人疗养村是解决这一问题的途径。疗养村可设在农村或近郊，有一定数量土地作为劳动治疗用。收容对象是重症而又具备基本生活能力的在职病人。疗养村配备少量医务人员与管理人员，根据病人情况组织多种形式的劳动生产。疗养村的医疗技术指导与本地区或附近精神病防治院挂钩。病人需要积极治疗者转防治院，防治院病人符合入村条件者疗养村也接受入村。慢性病人虽有严重脱离现实的表现，但仍有不少病人保持着与社会环境接触的可能，若能设法让他们与外界保持接触，过着近似正常人的生活，则可以预防或延缓衰退。已出现衰退的病人，经过劳动再教育后，也可有不同程度的减轻。病人经过疗养，行为举止、生活能力确有改善时，可以出村送回原单位或由家庭、社会继续管理。

心身病控制

心身病(psychosomatic disease)是指一组表现为躯体症状但在其发生、发展、转归和预后等方面与社会心理因素有密切关系的疾病。随着医学模式由生物医学模式向生物—社会—心理医学模式的转变，对躯体疾病中社会心理因素的作用越来越引起重视。据统计，在综合医院初诊病人中，至少有三分之一的躯体疾病与社会心理因素有关。究竟哪些疾病属于心身病，各家意见不一。比较公认的心身疾病包括范围极广，但比较明确和肯定的至少有四种疾病，即冠心病、原发性高血压、支气管哮喘和消化性溃疡。随着科学技术的发展，人类生活节奏增加，信息量增多，人际关系和技术竞争的紧张化和复杂化，以及人们精神负担加重、生活方式改变，皆使现实生活中产生各种各样情绪应激反应，这些应激开始时是机体非特异性适应性反应，主要是在大脑皮质控制调节下，通过下丘脑、植物神经系统及其所支配的相应器官和内分泌系统所产生的综合性和防御性反应，使之因应激而失调的自稳状态得以建立新的平衡，称为心理生理反应，如果失衡的自稳状态长期得不到恢复，就会发生病理性改变而造成躯体疾病。

心身病的防制，首先要从社会心理背景着手，通过各种社会渠道，向广大群众普及心理卫生知识，懂得只有健康的精神生活，才会使人们的生活更有意义和充满活力；加强医务人员对心身疾病的理解和识别，了解心理因素不仅能致病，也能治病。因此在诊疗工作中，要消除患者心因性刺激，给予他们劝慰和支持，使其正确对待现实、摆脱痛苦，防止精神崩溃；社会团体、教育和福利部门等社会各界都要关心各年龄人群的工作、学习、生活环境及心理卫生，减少各年龄人群的应激频率，保障他们的心身健康。

从个体角度看，要增强体质，陶冶心情，增强适应能力，使自己有健全的体魄和坚强的意志，经受得住环境中各种考验，正确对待工作和生活中所发生的挫折、冲突和失败，树立信心，抵制不良精神刺激的侵袭，以保持心身功能的自稳状态。

医源性疾病控制

医源性疾病控制

医源性疾病(iatrogenic disease)是指在预防、诊断或治疗过程中,由医疗因素,如诊断或治疗措施、药物、语言暗示、错误的医学理论和实践所导致的疾病,不包括故意伤害、意外中毒及巫医造成的后果。医源性疾病与医疗事故有联系,但两者有区别,不能等同。

医源性疾病的病因,可以是单一因素,也可以是数种因素。概括为以下几方面:①诊断源性:如医生在自身能力和判断力所能及的情况下发生的误(漏)诊。②药物源性:主要由不合理用药引起;但有时合理用药也可发生不良药物反应。如药物中毒、药物副作用、药物变态反应、药物特异质反应、药物成瘾等。有些在临床上表现为多种多样、轻重不一的药源性综合征,其表现特征因药物种类和性质而异。③手术源性:外科手术的每一环节都有可能引起手术源性损害,如手术适应证错误、手术方法错误、手术操作失误,或损伤不应损伤的健康组织和器官以及术后观察或处理不当等。④器械源性:侵入性(如腔道窥镜)和创伤性(如脑、心血管导管术)诊疗技术中,不单器械本身可引起组织器官的损伤、感染,而且于取材、造影、给药、治疗过程中也可导致各种并发症。非创伤性器械,如使用不当,也可引起严重医源性损害,如止血带使用时间过长,可造成周围神经损伤;石膏绷带包扎过紧,可导致骨折肢体缺血性肌挛缩;医疗电器可因使用、维修、保养不当,引起医源性电击及烧灼伤。⑤放射源性:包括X线、γ射线及核素等诊疗方法,可因使用不合理、照射量过大、不注意照射防护等原因,对病人引起不同程度的损害,如滥用X线检查、照射距离过短、曝光量过强、放疗的照射野设计过宽或重叠、剂量计算过高或分次照射间隔时间和剂量分配不合理、核素诊疗的剂量过大、注射液外渗等。⑥理疗源性:各种理疗方法如使用不当可引起各种性质不同的损害,如针刺损伤脏器、超短波引起灼伤、音频治疗骤停发生医源性电击伤、磁疗中发生白细胞减少、神经性皮炎泛发、灼伤等;紫外线治疗剂量过大引起光化性损伤、超声波治疗剂量过大引起组织损伤等。⑦医用语源性:医护人员使用医学语言不当而引起病人心理创伤,如医源性神经官能症,所谓"心病"、"疑病"等。⑧医院源性:包括医院内交叉感染、院内菌株的暴发流行、重病人堕床或晕跌等。⑨预防措施源性:如免疫制剂使用及接种方法不当而引起的损害和不适当地使用预防性医疗技术而引起的不良后果等。⑩错误医学理论或实验导致的不良后果。如本世纪初的错误概念"自身中毒论",导致医学界滥施结肠切除手术或滥用泻药或灌肠等。

近40年来,医源性疾病日趋增加,国内天津医学院在60年代(1961—1976)、某市医院在70年代(1970—1979)分别经尸检报道因医源性因素致死者各占2.5%(716例)与4.2%(522例)。其中以药物源性在医源性疾病中占有较大比重。

医源性疾病的发生取决于三个基本因素:①医务人员的医学水平和医德修养对发病起重要作用。②诊疗技术本身的安全性,及使用此技术的合理性,是发病的可能条件。③病人的精神状态及原患疾病的轻重,对医源性疾病的严重程度和后果有重要影响。从目前医学发展水平看,医源性疾病多数可以防止,或经努力可减少发生,但尚难完全避免。

由于医源性疾病发生因素复杂,涉及面广,预防对策应采取以下综合措施。

(1) 行政措施:医源性疾病的发生率是考核医疗技术质量、服务质量和管理水平的一个重要综合性指标,因此,卫生行政部门应采取一系列法令、规章和管理措施,对其发生进行严密控制。

(2) 医院监控:一个医院发生医源性疾病常有其管理缺陷的背景因素,管理缺陷更可直接导致医源性疾病的增加,如医院沿用陈旧式样的手动式水开关,可因手污染引起疾病的传播;医院规章制度不健全或执行不严,以及院内布局不合理,是许多医源性疾病的根源。

(3) 正确选用诊疗技术:医师对诊疗负有主要责任,应取得病人的合作;医师于实施前将有关诊疗方法的目的和可能不安全因素征求病人意见,对意见的合理部分应予采纳,从而为病人作出最优诊治方案。应注意:①避免不必需的医学检查和用药。②优先考虑非创伤性(非侵入性)诊疗方法。③在药物疗效相似时,首先选择口服,其次肌内注射,最后是静脉给药;尽量选用安全可靠

药物。④对不治疗能自愈的疾病以不用药为上策。⑤对作用不清楚或治疗指征不明确的药物，不宜使用；当疾病诊断不明确时，不要轻率用药。

（4）不断提高医务人员的医德修养：医德是医务人员必具的重要职业素质。医务工作的质量与人的健康和生命密切相关，疾病的诊疗决策是医务人员的思维产物，而完成治疗过程又需要他们的特殊技艺和劳动，医务人员应注意自身的医德修养，国家对医务人员应有严格的道德规范要求，并设立社会性的监督。

医务人员的另一基本素质是职业能力。当代科技突飞猛进，新知识日新月异，医生毕业后必须接受医学的继续教育，医源性疾病可列为其中必修内容之一。国家对各类医务人员应有立法要求，以确保各类医务人员具备必要的工作能力和基本素质。

（5）社会医学咨询：医学咨询有助于患者避免医疗的盲目性，有利于减少医源性疾病的发生。

医院内感染控制

医院内感染（nosocomial infection），又称医院获得性感染，是指病人入院（包括门诊）后获得的感染，这类病人大多数在住院期间就有症状，少数出院后才发病。入院前已开始，或处于潜伏期的感染，不属于医院内感染。除病人外，医务人员或来访者也可获得医院内感染。

医院有以下特点，有利于医院内感染的发生。①病人聚集，来访者多，医务人员经常接触病人，带病原体机会多，所带的病原体，又往往是抗力较强的耐药者，故医院往往是地方性耐药菌株流行的场所。②病人的全身或局部抵抗力一般较低，特别是使用激素、免疫抑制剂、抗癌药、放射治疗或长期使用抗生素时，易于造成感染。③医院所用的某些诊断和治疗手段，在消毒不当、无菌操作不严时，往往可以将病原体带入人体，造成感染，患者局部有损伤时更易发生感染。医院其他环境如果消毒不当或不及时，亦可增加感染传播的机会。

常见的医院内感染有尿路感染、肺部感染、手术创口感染与输液或输血有关的感染，以及胃肠道感染和脑膜炎等。

医院内感染的来源 主要有①交叉感染：在医院内从病人、医务人员或来访者获得的感染称为交叉感染。包括出生时从母亲获得的感染。这类感染，如病人从医护人员获得的金葡菌感染、从来访者中获得社会上流行的传染病、婴幼儿从母亲处获得的B组链球菌感染等。②自身感染：又称内源性感染，感染来源于患者自身。在医院内感染发生以前，患者已带有病原体，可以是人体的正常菌群，由于全身或局部抵抗力降低，长期使用抗生素、免疫抑制剂或激素等而激发的自身感染，如手术后皮肤表面的葡萄球菌引起的伤口感染。③环境感染：指由环境内污染的物品引起的感染，包括污染有病原体的气溶胶。如污染的门把手、水龙头、电话听筒、衣服等。拥挤而通风不良

医院内感染的主要病原生物

病原生物类别	病原生物名称	致病性
细菌		
革兰阳性球菌	金葡菌	P
	表皮葡萄球菌，微球菌	C
	链球菌A族（组）	P
	B族（组）	C
	C和G族（组）	P
	肠球菌	C
	其他非溶血性链球菌	C
	厌氧球菌	C
梭状带胞杆菌	破伤风杆菌	C
	其他梭状芽胞杆菌	C
革兰阴性杆菌	无芽胞革兰阴性菌	C
	沙门菌属	P
	志贺菌属	P
	致病性大肠埃希菌	P
	非致病性大肠杆菌	C
	变形杆菌属	C
	沙雷菌属	C
	肠杆菌属	C
	绿脓杆菌	C
	其他假单胞菌	C
	脑膜败血性黄杆菌	C
	不动杆菌	C
其他细菌	白喉杆菌	P
	李斯德菌	C
	结核杆菌	P
	无名分枝杆菌	C
	百日咳杆菌	P
病毒	肝炎病毒	P
	天花、牛痘病毒	P
	流感病毒	P
	麻疹病毒	P
	风疹病毒	P
	腺病毒	P
	单纯疱疹病毒	P
	水痘带状疱疹病毒	P
	巨细胞病毒	P
	轮状病毒	P
真菌、放线菌	白色念珠菌	C
	新型隐球菌	P
	组织胞浆菌	P
	球霉菌	P
	真菌	C
	奴卡菌属	C
寄生虫	弓形体	
	肺囊虫	
	粪类圆线虫	

P：致病性病原生物 C：条件致病性病原生物

的候诊室往往使空气污染，成为感染的来源。

医院内感染的常见病原体有细菌、病毒、真菌和寄生虫等(见表)，其中以细菌方面的研究较多。一般有以下特点：①以条件致病性病原体为多见。②以抵抗力强、特别是耐药者为多见。③某些病原体能在体外生长繁殖。

各医院或同一医院不同特定场所流行的病原体不一定相同，同一医院或场所流行的病原体可随不同时期而有所变化。医院内传染病流行时，其病原体往往和社会上流行的基本一致。

医院内容易发生感染的场所(或场合)有：新生儿病房、重危病人特别护理病房、烧伤病房、心血管外科、移植外科、血液透析室、输血和输液等。①新生儿病房：新生儿，特别是早产儿，其防御系统发育未完全，出生头几天内，正常菌群也未建立完全，抗感染能力较差，容易发生医院内感染。特别是当护理或治疗过程中有损伤机体全身或局部防御机能的情况时，更易引起感染。常见的有菌血症、脑膜炎、脓疱病和肺炎等。②外科病房：外科手术或创伤造成局部组织损伤、发炎以至坏死，或因局部组织肿胀血供减少、缺血乃至坏死及异物存在等，均可使局部易受细菌感染。特别是有伤口、病人全身状况不佳、抵抗力较低时更易发生。烧伤时正常皮肤粘膜的防御功能包括正常菌群受到破坏，全身抵抗力降低，环境中抵抗力较强的细菌如绿脓杆菌、葡萄球菌和大肠杆菌以及其他革兰阴性杆菌，易于侵入机体引起感染。器官移植时常使用免疫抑制剂，可使各种感染特别是巨细胞病毒和单纯疱疹病毒感染的机会增加。心血管外科和骨外科中，以耐药性葡萄球菌的感染最常见，骨外科中亦可见绿脓杆菌感染。③输血和输液：是造成医院内感染的另一重要原因。输液后感染主要由细菌引起，有时也可由真菌、病毒、螺旋体和寄生虫引起。由病毒引起者较由细菌引起者多见，常见的为乙型肝炎病毒、巨细胞病毒、EB病毒和人类免疫缺陷病毒。

控制医院内感染的措施 控制医院内感染需采取综合性措施：①健全医院管理制度：成立控制医院内感染的管理机构，制定管理检查制度，包括入院程序、探望制度、各项操作和护理规程、消毒隔离和清洁卫生制度及考核指标等。对易发生医院内感染的场所和场合，在管理措施上应特别注意并加强宣传教育工作。②严格消毒、隔离制度：隔离包括对传染源的隔离和对易感者的保护性隔离，后者又包括对交叉感染或自身感染有高度易感倾向的病人、医护人员及探望人员。消毒包括对医院环境内的病床、门把手、地板和病人用过的各种物品，以及病人排泄物、分泌物、血液等。各种输液必须经过灭菌或除菌。制剂及医疗器械如气雾治疗剂、敷料、窥镜、导尿管、引流管、静脉导管、人工呼吸器的导管等，使用前必需进行必要的消毒灭菌。③防止诊断治疗措施引起的感染：对各种侵入性诊治措施，如外科手术、活检、心导管、动脉造影、导尿等，应有严格的适应证和采用严格的无菌操作。各种导管应避免留置过久。各种注射用治疗剂应尽量分装小瓶，使用时每次更换。如有可能，尽量避免间歇正压呼吸。医护人员要严格执行隔离防护制度，特别要注意洗手和手的消毒，很多病原体可通过手传播。暂时性携带病原菌的最大危险性往往发生在接触排泄物、分泌物和血液之后；而最易感的患者则是手术后患者、留置导管后的患者和新生儿。④严格执行监视制度：监视包括确诊医院内感染、对医院内感染病例资料的收集，以及一系列经常性的对医院工作人员的体格检查。特别是当医护人员调往一些容易发生医院内感染的特别护理病房或病区时，或发现医护人员本身有可疑症状或带有病原体时，应采取必要的措施，甚至调离工作。对医院环境标本，包括病房地面、空气、医疗器械等亦应经常定期作病原生物学检查，以便及时发现污染源。⑤建立相应的实验室，分离和鉴定各种医院内传播的病原体。⑥防止滥用抗生素，合理控制各种抗生素的使用。

药源性感染控制

药源性感染是指由医药品中污染的微生物所引起的感染。由于医药品的剂型、投药方法和疗程不同，造成药源性感染的原因和途径也不同。医药品污染主要发生于非无菌制剂。无菌制剂如灭菌不当或灭菌后失效，亦可发生污染。一般非无菌制剂含菌量每克(或毫升)不得超过10^2—10^3。

非无菌制剂的微生物污染 有以下5点。

(1) 口服药剂：口服药剂有固体和液体两类，前者包括粉(散)剂、片(锭)剂、胶囊剂、丸剂和颗粒制剂等；后者包括乳化悬液、糖浆制剂、饮剂等。一般固形剂干燥，污染率比液体剂低，特别是合成药，其含菌量每克一般在10个以下。医药品中以粉剂最易受污染，其他依次为裸片剂、软胶囊剂、硬胶囊剂、肠溶剂、糖衣片剂等。丸剂多由生药制成，易受真菌污染。污染细菌主要有大肠杆菌、变形杆菌、假单胞菌及沙门菌等；污染真菌主要有灰绿曲霉菌、稻曲霉菌、黑曲霉菌和青霉菌等。液剂中，糖浆和饮剂含糖量较高，呈酸性，易污染真菌，一般污染量每毫升为10—10^3。常见的污染真菌有酵母菌、青霉菌、芽枝霉菌。常见的污染细菌为假单胞菌、不动杆菌和葡萄球菌等。

(2) 外科用制剂：包括粉剂、液体和软膏等。这种制剂大多被应用于手术时或术后无菌体腔内，或粘膜表面、伤口、溃疡等，应特别防止其受微生物污染。

(3) 点眼剂及眼软膏：点眼剂及眼软膏的pH和渗透压接近泪液，因而保存及使用时易受污染，制备时应适当加防腐剂。点眼剂如受环境中绿脓杆菌污染，危害性较大。如受病毒污染，将成为传播急性结膜炎的媒介。

(4) 其他软膏和制剂：其他用于各科的软膏、膏剂、乳剂、洗剂、涂擦剂等，即使添加抗菌药物或防腐剂，亦很难保持无菌。细菌和真菌的污染机会与药剂的基质有关。

油脂对细菌有抑制作用。常见的污染细菌有芽胞杆菌、葡萄球菌、大肠杆菌等，常见的污染真菌有青霉菌、曲霉菌、拟青霉菌和白色念珠菌等。

(5) 抗生物质制剂和消毒剂：抗生物质和消毒剂虽系用于杀灭或抑制病原体生长，亦常可被微生物污染。如曾发现洗必泰和酚类等受绿脓杆菌、产碱杆菌、克雷伯菌和大肠杆菌等革兰阴性杆菌污染。消毒剂的污染和药物种类、浓度、使用方法及保存时间等有关。

医药品污染的预防 医药品污染主要在原料、制作过程和使用过程中发生。预防污染应根据污染来源，采取相应措施。

(1) 原料污染预防：医药品污染主要来源于原料污染。一般动植物原料较矿物质原料污染机会多，应特别注意。蒸剂、水分含量低的洗剂污染机会较小，使用糖类和淀粉等赋形剂可增加污染的机会。水是各类制剂中经常使用的原料之一，使用前应加热、过滤或经照射处理以减少或杀灭含有的微生物。原料一般均应保存于低温干燥场所，以减少细菌或真菌的繁殖机会。

(2) 制造过程污染预防：制造过程的污染源，可能是人、空气或水。人体表面、口腔、鼻腔、肠道含有正常菌群，有时也可能存在致病菌，这些微生物均可污染制剂。因此，在制作时，必须注意洗手、戴口罩、穿无菌衣帽。如发现工作人员患病或口、鼻、手等化脓性感染，应暂时调离工作。空气是污染的主要来源，操作必须在消毒的无菌室或超净工作台上进行。在制药过程中，用于清洗和冷却用的水，亦应防止受到污染。

(3) 医药品使用过程污染预防：药品一经开启使用，就易受到二次污染，为避免污染，使用时应尽量防止微生物进入。易污染的药品，最好置于冰箱，及使用一次量小包装，或尽早用完。使用后加盖，放于洁净处。

WHO对医学药品的微生物学标准

制　剂	活菌数及特定菌
注射剂	每克(或毫升)无活菌
眼药，应用于无菌体腔、严重烧伤、溃疡等的制剂	每克(或毫升)无活菌
应用于损伤皮肤、耳、鼻、咽喉粘膜制剂	每克(或毫升)活菌数不超过 10^2，不得含有绿脓杆菌、金葡菌和大肠杆菌
其他制剂	每克(或毫升)活菌数不超过 10^3，不得含有绿脓杆菌、金葡菌和大肠杆菌，每克（或毫升）真菌数不超过 10^2

(4) 医药品的微生物学检查：医药品出厂前，均应经过严格的微生物学检查。国内有人提出医药品的微生物学标准：口服药每克或每毫升中不得检出大肠杆菌；外用药每克或每毫升中，不得检出绿脓杆菌、金葡菌和破伤风杆菌；细菌总数每克(或每毫升)不得超过 10^3，霉菌总数每克(或每毫升)不超过 10^2。糖浆、合剂、水剂等液体制剂，细菌总数和霉菌总数每毫升不超过 10^2。世界卫生组织提出的医药品微生物学评价标准见附表。

实验室感染控制

实验室感染系指自实验室获得的感染，包括直接工作接触病原体和曾在有该病原体的实验室或其邻近实验室工作或参观而获得的感染。实验室感染的判断标准：①从感染者体内分离到该病原体。②在感染者生活区内，基本不存在该病原体。③如感染者生活区内亦有该病原体流行，则可根据从感染者分离到的病原体特性，如噬菌体型、血清型、凝胶电泳图型及流行病学调查等作出判断。

各类病原微生物如细菌、病毒、立克次体、真菌、衣原体、寄生虫等引起的实验室感染，均曾有过报道。各种病原体引起实验室感染的难易程度不同，它取决于病原体的量和进入机体途径，以及机体的防御能力。

实验室感染通常因病原体被吸入、吞入和经皮肤或粘膜进入人体。常常由意外事故引起，如污染有病原体的注射器、针头、锐器、破碎玻璃，或动物抓咬引起的损伤、含病原体液体的溢出(或溅出)或直接接触、用口自吸管吸液或在实验室吃东西、喝饮料以及吸烟等。即使不发生意外事故，工作人员也可从实验动物、污染的器材、临床标本、尸体解剖、污染有病原体的气溶胶以及从事病原体工作而获得。固体或液体小颗粒悬浮于空气中称为气溶胶。在实验室操作过程中，很容易生成气溶胶，如开启容器、开菌种干燥管、使用吸管、试管内混和液体以及悬液离心沉淀时，均可产生颗粒直径 $>5\mu m$ 的气溶胶；倾倒液体，使用吸管和定量自动吸管、用吸管混匀培养液、收获感染鸡胚、使用组织捣碎器、使用震荡器等，可释放颗粒直径 $<5\mu m$ 的气溶胶。吸入含有微生物的气溶胶，是实验室感染的一个重要原因。据报道，一次布鲁杆菌感染流行，有45名学生发病，49名学生有亚临床感染，原因可能是实验大楼底层楼梯角落处的离心机曾用于处理布鲁杆菌悬液。

实验室感染的控制和预防 有以下几点。

(1) 严格的实验室管理：实验室负责人应根据规定制订严格的规章制度，训练和督促实验室人员认真执行，并进行检查。一旦发生事故应及时了解并采取措施，包括对感染者的治疗和接触者的预防性措施，实验室的消毒、隔离以及事故记录和向有关部门汇报等。

(2) 实验室工作人员的保护：在任何实验室，对工作人员的保护，应置于首要地位。个人防护包括恰当使用保护性工作服和设备；预防接种；医学监督和个人卫生等。在参加实验室工作前，应作临床体格检查和实验室检查，特别是免疫状态的检查。一般应保留一份血清以备必要时作对照。对某些易于引起实验室感染的病原体如结核

杆菌、乙型肝炎病毒等，如就诊者缺乏特异性免疫力，应给予卡介苗或乙型肝炎疫苗的预防接种，并测定免疫效果。工作人员一旦怀孕，应特别注意预防可影响胎儿健康发育的病毒感染，特别是在妊娠的头3个月内，必要时应暂时调换工作。

工作人员必须对微生物的潜在危险性和各类防护性实验室及超净工作台的用途和操作规程有充分了解，并严格执行。

（3）微生物的危险性分类：根据微生物引起实验室感染之难易、以及该微生物一旦离开实验室在人群中引起感染的难易，应将微生物分类，最初进行分类的是美国，以后是英国，最后由世界卫生组织进行的分类，在较多国家中应用，共分为四类：

危险性I类：个人及社会危险性均低，此类微生物不易在人或重要动物引起感染。

危险性II类：对个人的危险性中等，对社会的危险性有限。此类微生物可使人及动物致病，但对实验室工作人员、社会和家畜及环境的危险并不十分严重。实验室工作人员可得严重疾病，但有效的防治措施，可使传播的危险性受到限制。

危险性III类：个人危险性大，社会危险性小，此类微生物可引起严重的感染，但人与人之间不易传播。

危险性IV类：个人及社会危险性均大，此类病原体常引起严重的人或动物感染，并极易传播。

各国可在以上分类基础上，根据以下具体情况，规定各自的分类：①微生物的致病性。②传播方式和范围。③已有的免疫水平。④传播媒介的存在和控制。⑤规定的卫生标准。⑥可行的预防和治疗措施。

（4）微生物实验室的防护性分类：由于微生物按危险性分为三至四类，实验室也相应地按防护性分为三至四类。①基础（basic）实验室：供操作危险性I和II类的微生物用，无特殊要求。但最好能有洗手池和高压蒸汽灭菌器。在有些国家称此类实验室为C类实验室（category C）或称P_1和P_2实验室（P指物理防护）。②防护实验室：供操作危险性III类的微生物用。此类微生物感染剂量低，易通过空气传播，故需使用微生物学安全性超净工作台和有通风设备，以防止此类微生物进入其他室内。一般室内空气压力略低于室外，故室内空气如有污染，不致漏出室外。一般应有高压蒸汽灭菌器，及必要的洗手设备。此类实验室又称B类（category B）实验室，或P_3实验室。③最大防护实验室：供操作危险性IV类的微生物用，其基本情况同防护实验室，但防护要求更为严格，所用安全性超净工作台更为复杂，高压蒸汽灭菌器为双门单通道的，因此未经严格灭菌的物品，不能携出实验室。所有洗水池，盥洗室或水槽的出水，均需经过严密消毒。此类实验室又称A类（category A）实验室，或P_4实验室，其建造需经国家批准

（5）微生物学安全超净工作台的分类：微生物学安全超净工作台，由接种罩衍化而来，其主要目的在于保护工作者不致因吸入感染性颗粒而受损害。对于因泼溅等引起的皮肤污染，不能起防护作用。

第I类：此类工作台前面开放，罩外空气可以由此进入，工作台顶上装有抽气过滤装置，通过高效过滤可以去除污染颗粒，故送出去的空气不含污染菌。此类超净工作台，主要用于临床或兽医实验室操作，属于危险性III类可通过空气传播的微生物，如结核杆菌和布氏杆菌等

第II类：此类工作台设计比第I类复杂，主要是空气由罩外进入，通过台顶滤器以后，部分空气送至工作台外，部分空气则从台顶送入工作台循环使用，此时送入的空气为无菌，工作台内可维持较好的无菌状态，此类工作台适合于病毒学工作和组织培养或鸡胚培养，对无菌操作和工作人员安全均有保证。

第III类：工作台全部密封，工作台前面入口处装有橡皮手套或塑料手套，操作者通过手套在台内进行操作，工作时空气通过高效过滤器送入，排出的空气亦经过高效过滤，此类工作台在最大防护实验室之外使用，主要用于特别危险的病毒。

工作台内的空气经过高效过滤后，已尽可能去除微生物，再送到大气中，又被高度稀释，从而大大降低或防止感染性颗粒的散播。

层流式工作台系空气经过滤进入，不经过滤送出，因此，它能提供洁净空气，保证无菌操作顺利进行，但不一定是微生物安全性工作台，不一定能保证工作人员的安全。

（6）感染性材料的收集、运送和接受：实验室收集的标本如血、粪、尿、痰液等，均可能含有致病性微生物，送验时容器表面及化验单亦可能污染有此类微生物，因此收集、运送和接受时必须十分小心，以免受到感染。运送和邮寄过程中，更应十分注意勿使容器破损和感染性内容物渗漏。必需订出严格的规章制度，并有专人管理。

（7）污染材料的处理：所有污染物品均需去污染，其目的是使所有丢弃物，如废纸、废液和所有可以重复应用的物品，如试管、平皿、吸管及镊子、针筒等以及实验室或工作台表面，无感染性或传播病原体的机会，常用的有高压灭菌、焚烧和化学消毒三大类方法。去污染是保证实验室安全的一个重要方面，必须严格认真执行，有专人负责管理，并对其经常进行检查。

（8）操作时尽量减少感染的危险性：为使感染性气溶胶形成减少，应注意操作，如接种环需封口，接种环柄勿过长，接种时勿过分震动，使用吸管时勿用口吸，吹打勿过分，倾倒培养液、搅拌或振摇液体以及开启容器盖子时勿用力过猛，更应注意勿使玻璃器皿破坏、针头或锐器刺伤皮肤、勿使实验动物有机会抓咬等

职业性疾病控制

职业性疾病控制

职业性疾病包括职业病(occupational disease)、工作有关疾病(work-related disease)和职业性外伤(occupational trauma),这是临床医学各科中与职业因素有联系的各种病伤,这种病伤的预防、诊断、治疗及康复等措施,概括称为职业医学(occupational medicine)。

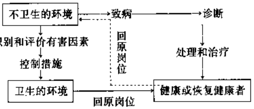
当职业性有害因素作用于人体的强度与时间超过机体的代偿功能,造成机体功能性或器质性改变,并出现相应的临床征象,影响劳动能力者称为职业病。医学上所称的职业病泛指职业性有害因素所引起的特定疾病;而在立法意义上,职业病则有一定的范围,卫生主管部门称之为"法定职业病"(reportable occupational disease)。根据中国政府规定,确诊为规定职业病者,须向主管部门报告。凡属规定范围的职业病患者,在治疗和休养期间及在确定为伤残、或治疗无效而死亡时,均应按劳动保险条例的有关规定给予劳保待遇。因此中国由卫生部、劳动人事部、财政部和全国总工会联合颁发《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》,1988年起实施(见"职业病报告制度"条)。

随着职业危害因素的控制,特异性职业病虽将逐渐趋于消灭,但由于生产环境及劳动过程中某些不良因素(如不良体位、不适当的轮班作业、低强度的化学、物理因素等)接触造成的职业人群中常见病发病率增高、潜伏的疾病发作、现患疾病的病情加重等情况依然存在。这类疾病统称为工作有关疾病。

职业性外伤(工伤),不但与生产设备、防护设施等因素有关,还有心理学和社会学方面的原因,因此其研究和预防也属职业有关疾病的范畴。不论哪一种职业性疾病的发生,均具有三个条件:①劳动者本身,决定于其年龄、性别、健康状况和精神因素、文化水平和生活方式等。②职业危害因素性质,不同因素可致不同损害。③作用条件,包括接触机会、接触方式、接触时间和强度。

根据以上三个条件,引伸出职业性疾病的五个特点:①病因明确,直接或间接的,在控制作用条件后,可以消除或控制发病。②病因大多是可以检测的,特别是物理和化学因素所致的职业病,一般具有接触—反应关系。③在接触的人群中,有一定的发病率。④如能及早诊断,进行合理处理,预后较好。⑤不少职业病,目前尚缺乏特效治疗,因此除了治疗个体外,重点应对该职业人群健康进行保护,并加强自我保健。

职业性疾病的控制必须遵循三级预防原则,以第一级预防最为重要,第一级预防即"治疗不卫生的环境"如图所示:



从以上概念,职业卫生与职业医学仅是预防医学中的分工,目标是一致的,学科所需的知识也相同,因而常用职业卫生一词概括。

尘肺控制

在工农业生产劳动过程中,长期吸入生产性粉尘所引起的以肺组织纤维化为主的全身性疾病称为尘肺(pneumoconiosis)。从病理组织学的性质看,肺组织纤维化是一种不可逆性病变。

《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》(由卫生部、劳动人事部、财政部和全国总工会联合颁发,1988年1月起实施)中属于尘肺的有12种,即矽肺、石棉肺、煤尘肺、石墨尘肺、炭黑尘肺、滑石尘肺、水泥尘肺、云母尘肺、陶工尘肺、铝尘肺、电焊工尘肺及铸工尘肺。其中以矽肺最为严重。矽肺是由于在生产过程中长期吸入含游离二氧化硅(石英)粉尘所致,目前尚无消除病变的办法。因此,关键在于预防。30多年来预防尘肺的重点是预防矽肺,预防矽肺的重点在于以防尘为主的综合措施。

综合措施的目的:使生产场所空气中的粉尘浓度不

超过国家规定的卫生标准，即粉尘中游离二氧化硅含量>10%时，最高容许浓度为2 mg/m^3。中国于1956年及其后颁布了《国务院关于防止厂矿企业中矽尘危害的决定》、《防止矽尘危害工作管理办法(草案)》、《矽尘作业工人医疗预防措施实施办法》等法令，此后又发布了若干有关规定并总结了群众性的防尘工作，归纳为综合防尘的"八字"经验——"革、水、密、风、护、管、教、查"，系指生产技术革新、湿式作业、密闭尘源、通风除尘、个人防护、加强管理、宣传教育、定期检查等八个方面的措施。实际工作中则根据生产的特点，以某一种措施为主，辅以其他措施。例如，矿山坑道防尘，一般以湿式作业为主，以通风为辅，其综合防尘措施则包括湿式凿岩、水封爆破、装岩洒水、冲洗岩帮和加强通风等。

(1) 技术革新：是防尘的一个根本途径。主要是通过改革工艺和革新设备，使生产过程机械化、自动化或取消产尘工序，工人得以脱离粉尘接触；力求使用不含或少含游离二氧化硅的物料，以减轻粉尘的危害性。例如：①用其他材料代替石英砂，如用金刚砂喷砂和铁丸除锈；用"70"砂(石灰石砂)造型，一般铸钢用石英砂含游离二氧化硅90%左右，而"70"砂中则2%以下。②用流态自硬砂造型，即按技术规范要求将原料砂以一定配方比例加水混合后，机械搅拌成糊状，以流态灌注固化成型。③用带有密闭吸尘罩的双轴振动落砂机处理铸件。④某些粉末状物质用吸风风选代替过筛。

(2) 湿式作业：主要用于含石英的原料及半成品的破碎、研磨、配料、拌料、运输等工序。例如，以水湿润石料、粉料，采用水磨、水碾，在发尘车间内喷雾洒水降尘等。铸造车间的多种工序也可采用湿式作业，如开箱前在砂箱上浇水，采用"水爆"清砂及水力清砂等。

(3) 封闭尘源和通风除尘：主要用于生产工艺不允许采用湿式作业，或已采用湿式作业而仍不能防尘时。凡产生粉尘的设备均应密闭，并与局部机械抽风相结合，以控制粉尘外逸。抽出的空气在排放前需经除尘器除尘。因此，最常采用的密闭通风除尘方式是由吸尘罩(即局部密闭抽出装置)、风管、除尘器和风机组成的独立系统(参见"除尘"、"通风"条)。

(4) 其他：当生产场所由于工艺上的原因难以降低粉尘浓度时，应使用防尘口罩(或面具)，但这仅是辅助措施，不能放弃寻找根本性防尘措施。厂矿企业和各级劳动保护部门应加强对防尘工作的管理，建立和健全与防尘工作有关的组织、制度和操作规程，并经常检查各种防尘措施的执行、防尘设备的维修和运转。对粉尘作业必须定期测定空气中粉尘浓度。对工人进行健康检查(包括就业前体格检查和定期体格检查并必须作胸部X线摄片)。就业前体格检查时，凡发现有呼吸系统慢性疾患(尤其是结核病)和其他器质性疾患(包括心、肝、肾)者均不宜参加粉尘作业。定期体格检查的期限根据粉尘中游离或结合二氧化硅含量或其他粉尘的含量而定。如发现有疑似尘肺，应作动态观察随访；凡经诊断确定为尘肺者，应作劳动能力鉴定，调离粉尘作业；同时通知生产安全部门，查明薄弱环节，积极改进，杜绝后患。

进行防尘的宣传教育，动员全体职工参加防尘工作，有利于各项措施的贯彻执行和创造出切合实际的群众性防尘办法。防尘宣传教育应着重加强粉尘作业工人的自我保健意识，宣传戒烟对预防尘肺，特别是防止石棉尘接触者并发肺癌的重要意义。此外，厂矿企业的卫生部门还要在粉尘接触者中宣传防痨知识并采取措施做好防癌抗痨工作。

国内方兴未艾的乡镇企业，大多设备简陋，防尘资金不足，医务及工程技术人员匮乏，企业领导防病意识薄弱，是今后防尘工作的一大难点，地方政府及卫生职能部门应加强对这一部分企业防尘工作的领导及技术支援。

职业中毒控制

在生产过程中产生或使用各种有毒物质所引起的中毒，称为职业中毒(occupational poisoning)。生产中的有毒物质可以是原料、辅助材料、中间产品、成品、副产品和废弃物。它们以固体、液体、气体、蒸汽、烟、雾或粉尘形式存在。除固体或液体外，其他形态均污染空气，经呼吸道吸入人体。90%以上的中毒与此进入途径有关。毒物亦可经皮肤和消化道侵入人体，但经消化道的卫生学意义不大。因此预防职业中毒的重点首先是防止吸入，其次是防止皮肤污染。预防职业中毒的措施是综合性的，既着重于从根本上杜绝毒物的产生，又要用辅助性的防护措施。具体办法是消除毒物、控制毒物逸散、保护个体和提高机体抵抗力。

消除毒物来源 从生产工艺流程中革除有毒物质，用无毒或低毒物质代替，是最理想的防毒措施。这类措施虽不易全面推广，但在国内已有许多成功事例。例如，用硅整流器代替汞整流器，用无汞仪表代替汞仪表；在电镀行业中广泛应用无氰电镀法镀锌、镀铜；在橡胶行业用汽油代替苯；在印刷行业用水墨代替溶剂墨；在高炉炼铁生产中用石油沥青代替煤焦油沥青配制炮泥等。

降低毒物浓度 降低空气中毒物含量，使之降到低于最高容许浓度，是预防职业中毒的中心环节。为此，首先要使毒物不逸散到空气中，或消除工人接触毒物的机会；其次，对逸出的毒物要设法排出，控制其飞扬、扩散，对吸附于墙壁或散落于地面的毒物及时清除；再次是缩小毒物波及的范围，以利于控制排出并减少受毒物危害的人数。

改进生产技术与设备 实现机械化、密闭化、自动化生产，防止毒物逸散。在可能时，采用遥控乃至程序控制，以最大限度地减少工人接触毒物的机会。采用新技术、新方法，亦可从根本上控制毒物的逸散。例如，生产水银温度计时，用真空灌表法代替烤灌法；在蓄电池生产中，将

灌注铅粉的工艺改为灌注铅膏；还有静电喷漆、水溶性漆、电泳涂漆等消除苯害。

密闭抽风 将逸散的毒物集中排出，最常采用的方法是安装局部抽风装置，这种通风又常与密闭毒物发生源结合应用。局部排毒装置的结构及样式，依毒物发生源及生产设备的特点不同而异，但以尽量接近毒物逸出处，最大限度地阻止毒物扩散，而又不妨碍生产操作，便于检查为原则，例如排毒柜、排毒罩、槽边通风、下吸式排毒装置等。

厂区内车间的布置和生产工序的布局，不仅要满足生产上的需要，也要考虑卫生上的要求。应避免有毒物质逸散。有毒物逸散的工序应设在单独房间内。可能发生剧毒物质泄漏的生产设备应当隔离。使用容易积存的毒物（如汞），或能发生有毒粉尘飞扬的工作室，其内部装饰应考虑防毒要求。例如，地面、墙壁要光滑、无缝隙，便于清洗和收集、处理散落的物料。

个人防护和个人卫生 除普通工作服外，对某些作业尚需供应特殊质地或样式的防护服装。例如，接触强酸、强碱作业者供应耐酸、耐碱工作服；接触有毒粉尘者发给防尘工作服；接触有强烈局部作用或能经皮吸收的化学物者，应供应衬衣及相应质地的防护手套和胶靴；对毒物溅入眼内有产生灼伤危险的作业，应发给防护眼镜等。

应根据有毒物质的种类，在空气中存在的形态及浓度，合理选用呼吸防护器。毒物呈粉尘、烟、雾形态存在时，可使用机械过滤式防毒口罩；如呈气体、蒸汽状态，则必须根据毒物种类选用装有适当滤料的化学过滤式防毒口罩或防毒面具。在空气中毒物浓度过高或氧含量过低的特殊作业情况下，要使用自吸蛇管式防毒面具、送气蛇管式防毒面具或供氧式防毒面具。

为保持良好的个人卫生状况，减少毒物作用机会，应设置个人卫生设施，例如盥洗设备、淋浴室及存衣室（配备个人专用更衣箱）。生产操作中接触易于沾染工作服或易经皮肤吸收的剧毒物质时，应附设洗衣室，并教育工人不应将工作服、鞋、手套等带回家。

建立管理和维修制度 应加强对生产设备的维修管理，防止跑、冒、滴、漏。建立必要的规章制度，例如生产工艺操作规程，生产岗位责任制，安全卫生交接班制，生产设备定期检修制，通风防毒设备定期检修制，危险作业安全规程，新原材料、新产品的检验分析及毒性鉴定制度等。特殊有毒作业应考虑调整劳动制度与劳动组织。做好工业卫生知识的宣传教育，提高作业人员对防毒工作的认识和自觉性。

定期测定和体格检查 必须定期监测作业场所空气中毒物浓度的变动，根据国家公布的最高容许浓度〔《工业企业设计卫生标准》TJ 36－79〕进行卫生学评价；严格实施就业前体格检查，对不适宜在有毒环境工作的人不应让他参加。坚持定期体格检查，建立工人健康档案，定期分析，及时反馈，早期发现工人健康受损情况，做好第二级预防。在可能产生职业中毒的工人中，还应注意非特异性疾病和工作有关疾病的增长情况（如感冒患者的增加等）。

中暑控制

中暑（stroke）是机体在高温环境下发生的急性疾病，直接的致病因素是高温，常见于高温、强热辐射作业、高温高湿作业及夏季露天作业；间接诱发因素是劳动强度过大、劳动时间过长，及过度疲劳、睡眠不足、体弱、对热不适应等。中暑预防应抓好三个环节：①采取技术措施，做好热源的合理布局、隔热和通风及降低作业环境温度。②采取卫生保健措施，增强机体健康素质和自我保健意识。③采取组织措施，合理调剂作业强度、劳动时间和劳逸安排。这三个环节即称"防暑降温措施"，其目标是消除和降低环境对机体的辐射和对流加热，减轻劳动强度，以减少机体产热，从根本上消除或减少机体的热负荷。

技术措施 工艺流程设计宜使操作工人远离热源。热源布置应符合下列要求：①尽量布置在车间外。②运用热压自然通风的热源，应尽量布置在天窗下。③采用穿堂风为主的自然通风热源，尽量布置在夏季主导风向的下风侧。④便于对热源采用隔热措施。⑤热源之间可设置隔墙（板），使热空气沿着隔墙上升，通过天窗排出，以免在车间内扩散。此外，热成品及半成品应及时运出车间。

隔热 隔热降温是利用导热性差的材料、水或空气层降低热源表面温度，以减少热源的辐射热和对流热。水的比热大，能最大限度地吸收辐射热，故隔热效果最好。常用的水隔热方式有循环水炉门、水箱、瀑布水幕、钢板流水和铁纱水幕等。缺乏水源的工厂及中、小型企业以采取隔热材料为佳。此外，空心砖墙及空气层屋顶等为空气隔热措施，亦可收到降温效果。

通风 通风降温包括多种有效措施（见"通风"条）。全面自然通风是高温车间通风降温的基本措施。凡是工艺上对温、湿度和风速无严格要求的车间，均可采用。机械通风降温设备主要有风扇、喷雾风扇、集中式全面或局部冷却送风系统等。风扇适用于中小型工厂及热辐射强度不大的车间。在气温很高，热辐射强度较大的工作地点，车间内空气又不宜循环利用时，可采用喷雾风扇。冷却通风系统适用于热辐射强度大的工作地点，如钢铁厂的平炉及轧钢车间的工人操作点等。当车间内有车床精密器件不允许溅上水滴的设备时，或在生产上要求车间内必须保持一定的温、湿度条件时（如纺织厂细纱车间），可采用集中或全面机械通风。特殊高温工作地点，如高温车间的天车驾驶室，轧钢机的操纵室，推焦机的驾驶室等，应设小型空调器送风。

保健措施 应做好以下几点。

高温体检 对高温作业工人，应进行就业前和定期

的(或入暑前)体格检查。就业前体检凡发现有心血管和肺的器质性疾病、持久性高血压、胃及十二指肠溃疡病、活动性肺结核、肝脏疾患、肾脏病、内分泌疾病(如甲状腺功能亢进)、肥胖病、贫血、皮肤病、中枢神经系统器质性疾病及急性传染病后身体衰弱者,均不宜从事高温作业。定期体格检查的目的是及早发现从事高温作业工人的健康改变情况。检查时间一般为每年暑期前,并在暑期中有重点地进行动态观察。新工人宜在入暑前(春季或夏初)开始参加高温作业,以便使其逐步增加对热环境的适应能力。

合理饮料和补充营养 高温作业工人需要及时补充水分和盐,最好让工人自由饮水和随饮料进盐。补充的水、盐量取决于出汗量和食物中含盐量。一般每人每天供水3—5 L,盐20 g左右。如三餐膳食供盐12—15 g,则只需再补充8—10 g,可用含食盐0.1%~0.2%的开水、茶、汽水或其他清凉饮料来补充。此外,也可供应番茄汤、绿豆汤、豆浆、酸梅汤等。饮料的配制、冷却、运输及供应过程都必须加强卫生管理,指定专人负责,防止污染。饮料温度以不超过12℃为宜。

在高温环境中劳动时,能量消耗和蛋白质消耗均增高,应从膳食中予以补充,蛋白质以占总热量的14%—15%为宜。维生素A、B、C和钙也应适当补充。

个人防护 高温作业工人的工作服,应采用质地结实,耐热、导热系数小、透气性能良好,并能反射热辐射的织物。高温作业工作服要求宽大、轻便及不妨碍操作。此外,应按不同作业的需要,供给工作帽、防护眼镜、手套、鞋盖、护腿等个人防护用品。特殊高温作业,如修炉衬、清理钢水包等,为防止强烈热辐射的作用,须佩戴隔热面罩和特殊隔热服,如镀铝隔热冷风衣等。夏季露天作业者可配备宽边草帽、遮阳隔热帽或通风冷却帽等以防热晒。

宣传教育和巡回诊视 宣传防暑降温知识,督促高温作业工人自觉使用个人防护用品,珍惜睡眠时间,增强自我保健意识;厂矿企业医务人员在高温季节应加强现场巡回诊视,及时发现中暑先兆病人,防止发生重症中暑。

组织措施 炎热季节可根据各地情况适当调整劳动作息制度,尽可能缩短劳动持续时间,如实行轮换制、增加工间休息次数、延长午休时间等。应在工作地点附近设置工间休息室或凉棚,并有坐位、供水设备、风扇及淋浴装置等,以及其他通风降温措施(如利用地道风作制冷源)。休息室气温应在30℃以下。如因生产需要,休息室必须设在热源附近时,应在休息室与热源之间设置隔热墙或隔热水幕。保证高温作业工人在夏季有充分的睡眠和休息时间,对预防中暑具有重要意义。

生产性外伤控制

生产性外伤系指工人在从事生产劳动过程中,由于外部因素直接作用而引起机体组织的突然性意外损伤。生产性外伤不仅能造成缺勤而且可引起残废,以至死亡。

生产性外伤的原因 按引起伤害的因素可分为机械伤、温度伤、化学伤、电伤等。

机械伤是由于外力的机械作用而引起的机体组织损伤。机械伤是生产性外伤中最常见的一种,在机械制造、采矿、建筑等作业过程中尤为多见。机械伤的种类较多(如咬伤、切伤、砸伤、跌伤等),轻重程度也不同,轻者如擦伤;重者可引起残废乃至死亡。机械伤的发生部位因工作性质而异,如车工、砂轮工等多为眼外伤,钳工多为手外伤,采矿工多为头部、腰部外伤,运煤工则多为腿部外伤。

温度伤是由于直接接触高热的物体,如开放性火焰、火花、炽热物件、熔融金属、炽热液体或蒸汽等,可发生不同程度的灼伤(烧伤)。多见于冶金、玻璃、陶瓷、化学等工业。冬季户外作业和从事低温作业的工人,如伐木、架桥、筑路、水利工地施工和冷藏库等工人,如缺乏防寒保暖设备和措施,可发生冻伤。

化学伤是由于强酸、强碱、磷和氢氟酸等化学物质所引起的灼伤。在搬运、倾倒、调制酸碱时,修理或清洗化学装置时,装酸碱的容器、管道发生故障或破裂时,均可引起操作者的化学伤。化学伤最常发生的部位是裸露的皮肤和眼结膜、角膜。酸侵入皮肤后,吸收水分引起蛋白变性,发生局限性凝固性坏死。碱所引起的化学伤远较酸严重,因碱侵入皮肤后除使蛋白变性外,还可使皮下脂肪皂化,导致组织发生弥散性、溶解性坏死,故侵害的范围较广、较深。化学伤可引起失明、运动障碍、长期失去劳动能力,重者可危及生命。

电伤是由于接触导电体,电流通过机体而引起的组织损伤。电伤主要发生于电器装配工、电机工、维修电线工、金属加工机床工、建筑工等。触电可发生电击伤和灼伤,以至立即死亡。电伤的轻重程度取决于电压大小、电流种类(交流或直流)、作用持续时间、触电者的体表、衣鞋和所站立地面的导电性能。

生产性外伤的主要原因:

(1) 生产设备和安全防护设备上的原因:①生产设备质量差或维修不善。如电线裸露或绝缘不良,容器及管道不严密等。②生产设备缺少安全防护装置或安全防护装置不完善。如机器的轮轴、齿轮、皮带、切刀等转动部分缺乏安全防护罩,高压电流及其他危险地段缺少防护栅栏,锅炉及高压装置仪表或安全阀失灵等。

(2) 生产组织和管理上的原因:①生产组织制度不全,工作方法不当。如生产设备及安全防护装置无专人管理及无定期检修制度;组织分工不明确,相互配合不协调,工作忙乱;没有安全操作规程和制度或操作规程和制度不健全等。②缺乏对工人的技术指导和训练,缺乏安全教育和监督,尤其是对新工人缺乏生产技术知识训练,他们操作不熟练,不能正确掌握机器性能和特点、不懂得

合理的操作方法，不了解安全操作规程等。③生产场所的无秩序状态，如工作地点狭小，交通线路狭窄或交叉逆行过多，机器设备拥挤，成品、半成品材料及废料杂乱堆放，地面不平或被油脂等物质污染。④个人防护用品缺乏或不适用。

（3）个人因素：①健康素质：身体有病或有某种缺陷如高度近视者从事的作业不适合其健康状况。②心理及职工素质差，如作业时违反操作规程或不遵守劳动纪律，采用不合理的或危险的操作方法等。

生产环境中尚有一些其他因素，如生产设备及作业环境布局未考虑人类工效学原则，如操作空间拥挤、零乱、照明不足或不合理、不良的气象条件、强烈的噪声、空气中含有某些有毒物质等。这些因素在一定条件下也可成为生产性外伤的诱因。

生产性外伤预防 应做到：①在生产过程中，提高自动化生产水平，尽量减少接触致伤因素。②机器和设备的危险部分应设防护装置。生产场所中危险地带，应设置音响或灯光等信号。高空作业应有必要的防护设施。电器设备应有绝缘装置等。③应经常对工人进行生产技术及安全生产教育。有危险的操作，要制订严格的安全技术操作规程。一切机器设备和工具应建立定期检修制度。④改善作业场所的劳动条件和生产秩序，实行文明生产，成品、半成品、原料要整齐堆放，厂内、车间内交通路线布局要合理，地面与道路要平整清洁，保证交通路线畅通无阻，控制或消除不良气象条件、毒物、噪声等的影响，改善采光照明条件，设立必要的卫生及急救设备（如可发生化学品灼伤的作业场所附近设置冲淋设备等）。⑤根据不同生产情况，供给工人合适的防护用品。⑥建立和健全厂矿第一线的医疗救护组织，以应紧急救治之需。⑦增强职工自救互救意识，并进行有关知识和技能的训练。⑧建立严格的外伤登记和报告制度，准确地掌握生产性外伤资料，并做好调查研究及统计分析工作，查明生产性外伤的原因，并及时反馈，用以指导外伤预防工作。未导致丧失劳动能力的轻微的生产性外伤也应予以重视，并应及时登记在册，进行统计分析，因为轻微的外伤可能是重大外伤的先兆。

工作有关疾病控制

工作有关疾病是指与劳动组织、工作场所条件、工作本身或工作时接触有害因素有关的一组疾病，但工作有关疾病病因往往是多因素的，除与“工作有关”外，还有其特殊含义：①职业因素是该病发生和发展中的诸多因素之一，但不是唯一的、特异的病因。②职业因素影响了健康，从而使潜在的疾病显露出来，或加重已有疾病的病情。③通过控制或改善劳动条件，可使所患疾病得到控制或缓解。

工作有关疾病种类繁多，表现不一，常见的有：

（1）心理精神障碍：多由社会心理紧张因素引起，例如：①超负荷工作或工作责任过重，形成精神压力。②重复、单调和毫无兴趣的工作，使作业者精神不振。③不合适的轮班制工作，影响食欲、日常生活、家庭关系、社会活动和睡眠规律，使情绪低落。④人际关系紧张陷于矛盾和苦恼。⑤因情绪低落而过度吸烟、饮酒或滥用药物，形成“饮鸩止渴”的恶性循环等。

以上因素可造成情绪紧张、抑郁，以至精神障碍，常表现为：①紧张性头痛：与工作紧张、劳累和烦恼有关。②神经衰弱症候群：与长时间高度紧张的脑力劳动，以及接触物理和化学性有害物质有关。③疑病症：常因过度惧怕作业环境中某种因素的有害作用，从而怀疑自己已经或将要发生某种可怕的疾病。④抑郁反应：常与不感兴趣的工作、不如意的人际关系等因素有关。⑤反应性精神病：常见于急性事故后，如为集体事故，则可导致集体性癔病样发作，以至昏厥。

（2）心血管系统疾病：多在个体的遗传素质、膳食结构（如高脂饮食）、生活方式（如吸烟、酗酒）的基础上，附加职业因素的“联合作用”而诱发，常见疾病有：①高血压：工作紧张和接触生产性危害因素可促成高血压发生。例如，长期接触超过 90 dB(A) 的噪声，可使植物神经调节功能发生变化，从而导致高血压；高温作业工人皮肤血管扩张、内脏血管收缩，使心脏的收缩频率、强度和每搏输出量增加，长期作用可导致高血压；某些化学物质，如铅、铬、镉等可致肾血管病变，引起继发性高血压。②冠心病：高度紧张的脑力劳动，某些化学物质，如二硫化碳、一氧化碳及氟烃类化合物，能影响血脂代谢、血液携氧功能、血管舒缩功能，或可提高心肌对儿茶酚胺类的敏感性，从而使冠心病的发病率及病死率升高。据对芬兰某粘胶纤维厂 233 名接触二硫化碳男工死因分析，有 42%死于冠心病；而同厂非接触者死于冠心病者仅为 24%；当地其他厂工人为 17%，居民为 14%。可见，在高脂膳食基础上，接触二硫化碳是促使冠心病发病率及病死率升高的职业因素。

（3）溃疡病：许多职业因素可影响胃和十二指肠溃疡的发生和发展。例如，高温作业工人由于出汗过多，盐分丧失，导致消化不良和溃疡病发病率增高；轮班制作业工人因昼夜节律打乱、饮食时间不规则，易从消化不良发展至溃疡病；重体力劳动者和精神高度紧张的脑力劳动者，吸烟（或饮酒量）较多，因卷烟中的尼古丁可致幽门括约肌松弛、胆汁倒流，并使氢离子逆行扩散损伤胃壁，以及酒精性胃炎，均可导致溃疡病发生。

（4）骨骼及软组织损伤：最常见的为腰、颈及肩背部疼痛。与工作有关的腰背痛常表现为：①急性腰扭伤：因外伤使腰部肌肉、筋膜或韧带发生撕裂，组织间隙出血、渗出和水肿，引起疼痛或功能障碍。②慢性腰痛：比急性损伤更为常见，可分为腰肌劳损、韧带损伤和腰椎间盘突出症三类。引起腰痛的职业因素为外伤、提重或负重、不

良体位、全身振动，以及不良的气象条件。例如，煤矿井下阴冷、潮湿的气象条件，加上沉重的体力负荷，常使腰痛发生机会远高于井上工人。

(5) 慢性非特异性呼吸系统疾病：指慢性咳嗽、咳痰、劳动或休息时气急等，多由于慢性支气管炎、肺气肿或支气管哮喘所引起。吸烟、反覆感染、作业场所的空气污染和不良气象条件，常为此病的病因或诱发因素。其中，吸烟和职业性化学污染的"联合作用"是主要致病因素。

工作有关疾病是由职业因素、生活因素、社会因素，以及心理行为因素的综合作用的结果，故应进行综合治理。

(1) 贯彻"三级预防"原则，有效地控制作业场所的有害因素，使其降低到卫生标准要求，以防止其不良作用；及时发现和调离早期罹患的易感者，保护"高危人群"；及时处理和治疗患者，促使早日康复，防止并发症加剧原有疾病。

(2) 运用工效学原则，努力创造一个安全、卫生、舒适、满意及高效率的作业环境和合理的劳动组织，以预防工作体位、负荷、工间休息、轮班制，以及社会心理的紧张因素所致的工作有关疾病。

(3) 把职业卫生与基层卫生服务结合起来，不仅做好职业病防治工作，而且要做好多发病、常见病防治及促进工人健康的工作，并建立完整的健康档案，及时反馈，用以指导职工的基层卫生保健工作。

(4) 加强宣传教育，增强职工的自我保健意识，自觉地改变不良的生活习惯，控制饮酒，鼓励戒烟。建立新的、健康的生活方式。

其他疾病控制

皮肤病控制

皮肤病种类很多，解放前比较严重的传染性皮肤病，如麻风、头癣等，经大规模的防治，已基本控制。目前，疥疮在部分地区仍有流行。随着人们广泛应用美容性化妆品，化妆品引起的变应性接触性皮炎或色素性皮炎日益增多。老年皮肤病的防治也引起了关注。

麻风防治 麻风(leprosy)是麻风杆菌引起的慢性传染病。主要流行于热带及亚热带，国内以沿海城市、长江流域和西南各省为多。解放初，全国麻风患者约50万人，至今已降至10万人以下。但因麻风的潜伏期较长，早期常无症状，防治工作各地不平衡，因此防治应包括：①加强行政领导，全面规划。②建立防治研究机构，组成防治队伍。1954年在北京成立中央皮肤性病研究所(后改为中国医学科学院皮肤病研究所)，作为指导全国皮肤病防治中心，与各地协作开展现场调查研究，提供综合防治经验，就地训练专业干部，开办血清、真菌、病理等各种技术训练班，为全国各地培养了一批专业骨干。不少省、自治区、直辖市相继成立了皮肤病防治研究所，在基层也建立了相应的防治机构。麻风病人较多的省份，在县一级设有麻风病防治站或麻风病院(村)。依靠这些专业机构和专业人员，逐级开办短期训练班，培训当地卫生院的医生及卫生员，已组成一支防治队伍，为大面积开展防治工作提供技术力量。③开展卫生宣传，特别要对患者及其家属进行宣传教育，消除恐怖思想，鼓励自报，以达到早期发现，及时合理治疗的目的。④采取综合防治措施。麻风病源明确，要采取综合治理方案消灭传染源，切断传播途径。

麻风防治的具体措施：①查出患者：组织专业人员到选定的人群(例如一个县)中去对全部居民进行体检和必要的真菌、细菌镜检以查明全部患者。此法比较彻底，但需集中一定人力，需要较长时间才能完成，它适用于防治初期、调查特定地区流行情况，或作前瞻性随访研究和在高发地区采用。还可以用过筛性普查方法，即由受过训练的当地医生对全体居民进行检查，查出可疑者再由专业医生确诊，其优点是进度快，质量高，适用于患病率较高的地区。也可用线索调查方法，即将麻风的最常见症状在群众中广泛宣传，发动群众自报互报，报出来的可能患者再由专业医生进行确诊。此法进度虽较快，但会遗漏部分早期患者，适用于患病率较低地区。除以上几种方法外，各级医疗机构要注意结合日常门诊工作和各种健康检查发现病人。②普治患者：麻风的治疗，既往以氨苯砜(DDS)治疗为主，目前已采用世界卫生组织(WHO)推荐的利福平、氨苯吩嗪和氨苯砜联合化疗方案治疗多菌型麻风。对少菌型麻风则根据实际情况采用联合疗法或

单用氨苯砜治疗。③加强预防与管理：流行较严重的地区往往一次普查普治是不能奏效的，必需反覆查找被遗漏的患者或新发病者。对已治疗的患者需要进行一定时期的随访，遇有复发者及时给以复治。目前我国部分流行地区以县为单位建立的麻风病院，主要收治多菌型麻风病人，集中住院以保证及时有效地治疗和照顾，有助于尽快恢复健康。

疥疮防治 疥疮(scabies)是疥螨引起的一种接触传染性皮肤病。50年代，疥疮基本消灭，全球也均少见。自1963年始全球又再度流行。1971年Orkin曾预计此次流行于1979年结束，但至今全球包括中国仍在流行。从南至北传播，多分布于广东、广西、海南、江苏、浙江、上海、安徽、湖南、湖北及河南等地。我国流行与世界流行有关。贫困、不卫生、性关系紊乱、错误的诊断、旅游增多、人口密度增加均可促进本病的发展，其流行原因比较复杂。防治措施：①开展群众性卫生宣教。疥疮的典型症状包括夜间剧痒、双手缝有丘疱疹及隧道，诊断容易。发病多因与疥疮患者有密切接触，如握手、使用患者用过的衣、褥、毛巾，往往一人患病全家受染。因此要让人们广泛了解本病的传染途径，一旦发现自己曾与患了疥疮的亲友接触应立即共同接受治疗。②培训基层医生，避免误诊。使医生除了掌握典型疥疮的诊断要点外，还需了解当今特殊类型疥疮的特征，其中包括清洁患者的疥疮、不易辨认的疥疮、结节性疥疮、婴幼儿疥疮、结痂型疥疮(挪威疥)、汗疱疹样疥疮、老年疥疮、AIDS病疥疮、荨麻疹和血管炎型以及局限性疥疮。③特效治疗的普及。过去一般使用10%硫黄软膏，从颈部以下全身外擦5 d，之后沐浴更衣灭疥。目前已广泛使用1% γ-666霜一次全身外用后，24 h沐浴更衣灭疥。儿童、孕妇禁用。④学校、军队及集体生活的单位，要改善居住条件和卫生设施。一旦发现患者(传染源)应及时隔离，迅速治疗，对可疑患者及密切接触者应同时治疗。

化妆品性皮炎防治 化妆品性皮炎(cosmetic dermatitis)包括原发刺激性或变应性接触性皮炎和色素性化妆品皮炎。鉴于人们对美容的需求逐日增多，加上化妆品种类很多，常常可以致敏，因此值得注意并加强防治。色素性化妆品皮炎主要表现为颊和额的弥漫性或斑状棕色色素沉着，重则面部呈黑色、紫色或蓝色，难以消退。预防措施：①对我国化妆品性皮炎进行调查。②在卫生部设化妆品安全性评审组，负责对全国化妆品安全性的有关重大和疑难问题进行评审。其办事机构负责受理进口化妆品原料及化妆品产品的注册登记、审查等事宜。③制订出"化妆品安全性评价程序和方法"。其中涉及化妆品皮炎的预防措施有皮肤刺激试验、皮肤变态反应试验、皮肤光毒和光变态反应试验以及人体激发斑贴试验和试用试验。所有化妆品必须通过"化妆品安全性评价程序和方法"中每一项试验方能投放市场。④色素性化妆品皮炎的预防。已知可能的诱发因素有：羟基香茅素、纯茉莉花油、夷兰油、康纳加油、檀香油、水杨酸苄酯、苄醇、甲氧香茅醇(羟基香茅素的衍生物)、β-檀香脑、香叶醇、香叶油和广藿香油等。此外，在接触性皮炎的色素型中，其诱发因素有：樱草(*primula patens*)、甲醛、镍、橡胶成分、皮革成分和煤焦油等。⑤一旦发生皮炎，应即停止使用该可疑化妆用品，尤其对色素性化妆品皮炎患者，要说服教育，使其避免和致病性化妆品变应原接触。最好研制无变应原的基质，以供有变态反应的患者应用。

牙病控制

牙病控制通常是指对龋病、牙周病的防治。龋病和牙周病是破坏咀嚼器官、损害口腔健康最常见的疾病。工业发达国家，如英、美、德、法、日等国龋病患病率都在80%以上，有些国家高达95%，牙周病患病率也在60%以上。世界卫生组织(WHO)把防治龋病列入口腔卫生的重点工作，协助一些国家建立和加强口腔卫生机构，培训专业人员，开展防治活动。中国龋病和牙周病的患病率也因地而异。患龋率以儿童为高。1980—1989年部分地区5—6岁儿童乳牙患龋率在55.7%—93.9%。12岁儿童恒牙龋1982年为0.67%，1989年在北京调查，无多大变化。15岁少年牙龈炎在3%—95%。

在"预防为主"的方针指引下，全国大、中城市已普遍设立了牙病防治机构。京、津、沪、沈、宁、穗等城市，不仅设立了市中心口腔(牙)病防治院(所)，而且设立了区、县级的牙病防治所(站)，市、区、县各级综合性医疗机构和农村卫生院也相应设立了口腔(牙)科，形成了一个防治网，担负各自服务地区内的牙病防治任务。各地牙病防治工作是在当地卫生行政部门的领导下，有组织、有计划、有步骤地进行的。

口腔卫生主要内容包括：

(1) 牙病调查统计：调查统计中国人龋病、牙周病的发病情况、流行特点及分布状况；研究龋病、牙周病在不同的地区、民族、年龄、性别、职业人群中的发病规律，为拟订教学、科研规划和防治措施，开展口腔保健工作提供依据。

(2) 普查普治：龋病、牙周病是慢性进行性疾病，早期症状不明显，容易被忽视。定期口腔健康检查可以早发现、早治疗。由于人力、物力条件的限制，龋病的普查普治重点应放在中、小学生，并争取做到每二年防治一次。牙周病的普查普治重点可以放在工厂和农村。普查普治的方式方法要因地制宜。组织牙防小队到学校、工厂、农村开展牙病防治工作；或者先深入教室、车间、田头进行普查，发现患者再组织到门诊所接受治疗，都是行之有效的办法。普查的标准应按照卫生部统一要求。普治的范围包括龋病充填，牙髓病、根尖周病和牙周病的治疗以及其他口腔常见病的处理等。

(3) 口腔卫生宣传：开展口腔卫生宣传教育，使群众

了解保护牙齿的重要性，自觉养成良好的口腔卫生习惯，减少牙病发生。推广使用"保健牙刷"，提倡"早晚刷牙，饭后漱口"的良好习惯和正确掌握刷牙方法——竖刷法。

(4) 药物及其他预防方法：见"龋齿预防"条。

(5) 加强牙病防治队伍建设：培养和提高口腔科医务人员的业务技术水平是保证牙病防治质量的主要措施。中国口腔科医生与人口的比例为1∶167 000，为数太少。今后除依靠高、中级医学院校输送外，各地可根据需要举办进修班，提高在职口腔科医务人员的水平。有些地区举办"牙病防治员培训班"，学制一年，培训初级牙防人员，也是充实牙防队伍的一种途径。

WHO提出"2000年12岁儿童的龋、失、补牙控制在平均每人三个"的口腔卫生目标，对中国今后的牙病防治工作有重要的参考意义。

眼病控制

眼病控制是指对常见的和对视功能威胁较大的主要眼病进行预防与治疗。眼病造成的危害是较大的。据中国近年统计，每万人中有盲人17人；全国约半数人口患有沙眼；城市中学生和小学生的视力减退对工作与学习都造成了严重影响。我国列为重点防治的眼病主要包括沙眼、近视眼、眼外伤与职业性眼病和青光眼。

50年代开始，全国普遍开展了以防治沙眼为中心的眼病防治。从60年代下半期起，随着沙眼的逐步控制，又陆续开展了对近视眼、眼外伤、青光眼的防治及防盲治盲工作。在农村以防盲治盲与沙眼防治为主，在工厂以眼外伤防治为主，在学校则以防治近视眼为主。

眼病防治措施 ①建立眼病防治机构与有关组织。②培训眼病防治专业人员。③开展眼病发病情况的调查统计工作。④开展卫生宣教，普及眼病防治知识。⑤对各种主要眼病和盲人积极进行治疗。⑥研究各种主要眼病的发生原因，探索有效的防治方法。

眼病防治组织 我国眼病防治组织分为三级：①省市级的眼病防治组织。有些省市(如上海、黑龙江)已建立独立的眼病防治机构，而另一些省市的眼病防治组织则附设在医学院或省(市)医院眼科内，与当地卫生防疫部门配合开展眼病防治工作。②专区、市区、县级的眼病防治组织。有专区、市区、县级眼病防治机构，或由各级医院眼科和卫生防疫站组成的防治协作组，负责当地眼病防治工作。③基层眼病防治组织。很多农村、厂矿、街道和学校的基层卫生机构内都有经过专业培训的眼病防治人员，组成基层保健网。医师(士)、农村医生和保健老师，经过3—6个月脱产或半脱产的专业培训，掌握主要眼病的诊断与防治知识后，在上级眼病防治组织的业务指导下开展本地区或本单位的眼病防治工作。

除以上眼病防治组织外，全国性和部分省市的眼科学术团体内设有防盲治盲、沙眼、眼外伤、近视眼、青光眼等眼病防治研究协作组，研究有关眼病的病因、诊断和防治方法，组织学术活动，进行交流推广防治经验。

防盲治盲 盲目指丧失视力。狭义的盲目，即绝对盲，指光感消失。广义的盲目，即经济盲，指视力极度减低，以致不能从事需视力的工作。盲目一般系指经济盲。根据1972年世界卫生组织制定的标准，视力在0.05以下，或视野缩小至10°以内为盲目。统计盲目应双眼分别测试，一般盲人系指双目盲的人。

(1) 盲目系数：指10万人中双目盲的人数。中国50年代，全国各地调查22万人中，盲目系数为460/10万人，70年代，全国各地调查261万人中，盲目系数已降至170/10万人。80年代已降至150/10万人。

(2) 盲目原因与生活和卫生水平密切有关：发展中国家以感染性眼病及营养不良性眼病为盲目的主要原因(沙眼、角膜软化、角膜炎、眼寄生虫病等)。经济发达国家则以遗传性眼病与老年性眼病为主要原因(白内障、青光眼、糖尿病、视网膜变性、高度近视等)。过去盲目的主要原因为感染性和营养不良性眼病。现在营养不良、性病(包括淋病、梅毒)传染病(角膜软化、天花等)引起的盲目已基本控制。主要盲目原因已变为沙眼、青光眼、白内障、角膜炎、眼外伤等。盲童则以遗传性眼病及先天性畸形为主要原因。

(3) 防盲治盲措施：①积极防治可能防治的眼病，如开展眼外伤和沙眼的预防工作。在工厂、农村开展眼病普查，对青光眼进行早期诊断、早期治疗；对眼外伤做到正确治疗，预防感染；对沙眼进行普治及并发症的矫治；对眼遗传病开展遗传咨询及优生措施，以减少发病。②治疗可恢复的盲目，如对白内障施行白内障摘出术，对角膜白斑施行角膜移植等。③对目前还不能治疗的盲人，可应用助视工具，开办盲人福利事业(盲人学校、盲人工厂)，使之从事力所能及的生产劳动。

沙眼防治 沙眼是沙眼衣原体引起的慢性感染性眼病，主要表现在眼结膜充血、乳头肥大、滤泡增生与疤痕形成，角膜出现血管翳，严重者可造成盲目。据全国21个省市50年代的调查，沙眼在总人口中的患病率为57%，80年代为38%，农村高于城市，内地高于沿海地区，通过积极防治，患病率已有下降。如上海市区患病率已从1954年的84%下降至80年代初的5%。沙眼的致盲率也已下降。广东1981年统计，沙眼致盲者仅占盲人的4%，说明已逐步得到控制。但在广大农村和内地，沙眼仍是威胁视力的重要眼病之一，仍需积极防治。沙眼系接触传染，一般是通过污染的手、毛巾、洗脸水进行传播。在中国，家庭是沙眼传播的主要场所。

(1) 沙眼诊断标准：正确掌握沙眼诊断标准，是做好沙眼普查与防治工作的先决条件。根据1979年全国第一届眼科学术会议的试行标准。凡在上睑板或穹窿部结膜有血管充血模糊，有乳头肥大或滤泡增生，同时有角膜血管翳，或结膜疤痕形成，或结膜刮片找到包涵体者，可诊

断为沙眼。仅眼结膜充血、乳头肥大、滤泡增生者诊断为疑似沙眼，不列入统计。

(2) 沙眼防治措施：①开展卫生宣教，提倡用眼卫生，避免用脏手或脏手帕揉眼睛，尽可能做到洗脸时分巾、分盆、分水。②用酞丁安和利福平眼药水作连续治疗，或用金霉素或四环素作间歇治疗。对重症沙眼可在药物治疗同时，用海螵蛸棒或沙眼镊进行摩擦与压榨，以提高疗效，缩短疗程。对沙眼并发症，如眼睑内翻倒睫，可施行手术治疗。

近视眼防治 近视眼指从远处来的平行光线成象于视网膜前，因此远视力减退，多数于青少年及儿童期发病。一般近视眼防治主要是指青少年近视的防治(自学龄期开始至20岁)。中国据全国十四省市学生视力调查，学生视力减退发生率城市中、小学生分别为49.2%和18.3%，农村分别为34.3%和11.9%。在中、小学生视力减退中，近视系最主要原因，分别占95%与80%。

(1) 近视病因：近视的发生与遗传因素和环境因素有关。在环境因素中，已了解的主要是过度的视近工作，如经常长时间无休止的读写、不正确的读写姿势、视距过近、躺在床上看书等。此外，照明不良、印刷字体过小、课桌椅不合适、体质较差、营养不良、缺乏体育锻炼等都能促使近视发生。

(2) 近视分类：从防治角度看，近视可分单纯性近视与伴有眼底变性的高度近视两大类。单纯性近视又可根据调节因素的有无分为三类：①假性近视，指使用调节麻痹药后近视消失。②中间性近视，指用药后近视度数降低，但未消失。③真性近视，指用药后近视度数不变者。假性近视与中间性近视系功能性改变，有可能恢复，是治疗的主要对象。

(3) 防治措施：①领导重视。各级教育、卫生部门和各学校都应有领导负责，专人分管保护学生视力工作。②改善学习环境(课桌照度不低于100 lx)。减轻学生学习负担，认真体育锻炼和做保健操。③培养良好卫生习惯。做到读写姿势端正，眼距书本30 cm左右，看书写字1/2—1 h休息片刻，不躺在床上看书，不在行进的车中看书，不在暗弱或强光下书写。④学校定期检查学生视力(一般每学期二次)。对有不良用眼习惯者或家属中有近视者应作为重点观察对象。⑤积极矫治假性和中间性近视。治疗重点观察对象，小学生为视力0.4—0.9者，大、中学生为视力0.6—0.9者。⑥视力明显减退，影响工作、学习和生活的真性或中间性近视可配眼镜或接触镜。

眼外伤与职业性眼病防治 眼外伤可发生于工作、学习和生活的任何一个环节，国内目前主要发生于工厂、矿山生产过程中。职业性眼病指职业性因素引起的眼病，发病亦以厂矿为主。据北京、宁夏在1978—1981年的统计，眼外伤致盲者占盲目的10%—18%。随着工业和农业机械化的发展，眼外伤将日益成为眼病防治中的重要课题。国内目前主要防治对象，包括机械性眼外伤、化学性眼外伤、电光性眼炎、职业性眼疲劳、各种化学毒物引起的职业性眼病。眼外伤与职业性眼病绝大多数是可以预防的，因此应积极预防，减少发病。

防治措施：①在厂矿中建立安全生产组织与制度。②开展眼外伤与职业性眼病的防治与急救知识的宣传教育。③设置防护设备，发给防护眼镜，在车间内放置盆水，以便及时急救洗眼。对眼疲劳，应改进照明，使用助视工具，做生产操。对环境中存在有毒气体与粉尘者，应进行工艺改革，增加通风排气，实现密闭化，使之控制在国家容许浓度之内。

青光眼防治 青光眼指眼压升高并引起视神经损害和视野缺损的一种眼病。本病呈进行性，如不及时控制，可造成失明。青光眼是老年人与中年人的常见眼病。据中国12个地区70年代调查，患病率为0.2%—1.6%。80年代为0.6%。因青光眼致盲占盲目总数的5%—21%，是国内重要的致盲眼病之一。

青光眼造成的视功能损害程度与病程有关。早期病例经过治疗，视功能可保持正常，但晚期病例的损害是不可恢复的。青光眼防治的主要关键是早期发现，及时治疗。主要措施为：①青光眼普查。②早期诊断。对普查及基层单位发现的可疑病例，可转送至有条件单位的眼科进行检查。③早期治疗。闭角性青光眼以早期手术治疗为主。开角性青光眼先用药物治疗，不能控制或随访有困难者，可作手术治疗。无论哪种青光眼，都应经常与医师保持联系，定期随访。④宣传青光眼防治知识和生活中注意事项。青光眼患者应避免情绪激动，不能过量饮水及饮茶，不能在暗处逗留过久，衣领不能过紧。

性传播疾病控制

性传播疾病(sexual transmitted disease, STD)是通过性行为传播的感染性疾病，其病原体除螺旋体、细菌外，还包括病毒、衣原体、支原体、真菌、原虫和昆虫等。1975年世界卫生组织决定以"性传播疾病(STD)"一词取代"性病(VD)"一词。

第一代性传播疾病指包括梅毒、淋病、由软性下疳杆菌引起的软性下疳及性病性淋巴肉芽肿(第四性病)。第二代性传播疾病指除第一代性病外的性传播疾病，包括非淋菌性尿道炎，巨细胞病毒感染，尖主湿疣，生殖器疱疹，阴虱，疥疮，梅毒，传染性上皮软疣，腹股沟肉芽肿，由淋病双球菌或衣原体引起的盆腔炎，由阴道滴虫、白色念珠菌或其他感染性、化学性、变应性和物理性病因引起的外阴阴道炎；广义地也包括性病性淋巴肉芽肿、软下疳、淋病；肠道感染、乙型肝炎和艾滋病也列入此范围。如果STD是指主要通过性行为传播的传染性疾病，则在不同地区和国家STD的范围和病种的划分可能不同，如中国疥疮、肠道感染和乙型肝炎目前主要不是通过性行为传播的，暂不应列入STD范围。

解放前性病在国内广泛流行。少数民族地区的患病率最高，城市次之，农村最低(如梅毒的患病率分别为10%—48%，4.5%—10.1%和3.8%—9.85%)。城市中娼妓多数染上性病，成为性病的主要传染源。解放后，通过封闭妓院，断绝了性病传染；建立防治机构，培训专业干部，积极治疗，大力宣传教育，使全国主要性病的流行基本控制。1964年中国宣布梅毒已基本消灭。性病如梅毒、淋病在国外虽然得到了一定的控制，但作为社会问题仍没有彻底解决，特别到80年代又发现了艾滋病。随着中国对外开放与国际交往的日益频繁，加上人们对性病的无知和不重视，在一些地区又重新出现性病的流行。据有关部门报告，1989年全国已累计发现性病患者22万例，全国30个省、自治区、直辖市均有性病病例报告(不包括台湾省资料)。

性病防治是社会性很强的工作，必须综合治理，根据国内历史经验，性病是和医学有关的社会问题，要解决性病问题绝不是卫生部门单独所能完成的，要动员社会各方面的力量。当前，性病的防治包括以下几个方面：

(1) 性病的监测：及时掌握性病的流行动态，传染来源，调查有关因素，以便为制订防治措施提供依据。

监测内容包括建立健全性病监测网，及时发现性病患者，及时上报；对特殊对象进行检查(特殊对象指犯过罪的人或乞丐，被拘留、收容、劳教、劳改的人员，这些人员中性病患病率很高，属于高发人群)；追踪传染源及接触者；性病患者家族调查；防治人员的培训；性病防治宣传以及开展专题调查等。

(2) 宣传教育：包括对医务人员的培训和教育。性病对于妇女和婴儿的危害性需要引起重视，故妇幼卫生、计划生育、产前保健工作者都应参加防治STD的工作。对病人和高发人群要进行教育。病人是受害者，也是疾病传播者。对性行为紊乱者要认真进行思想道德及性病危害的教育，使他们从性病传播者转变成为防治性病的宣传者。要通过宣传，使广大人民群众尤其是青少年接受性知识和性道德的教育。

(3) 加强立法：目前有关法规已经颁发，要加强宣传。坚决打击和严厉取缔卖淫嫖娼违法活动，是防止和控制性病流行的根本途径。

(4) 加强性病防治的科学研究，以解决在性病防治工作中的关键问题。

淋病控制

淋病(gonorrhea)是由淋病奈瑟菌(简称淋病双球菌或淋球菌)引起的一种性传播疾病。是目前世界上发病人数较多的性传播疾病之一。估计全世界每年感染此病者超过2亿。1976—1983年美国每年发病人数波动在100万左右，英国每年也有5万—6万病人，其他西方国家的患病率也很高。淋病是中国解放前流行的主要性病之一，也是近期流行的性病中发病人数最多的病种，尤其是在南方各省，淋病病人占性病患者总人数的80%以上。

临床上淋病分为原发性淋病(又称无合并症淋病)、局部合并症和播散性淋球菌感染三大类。急性淋病患者尿道分泌物的脓细胞中常可见淋球菌，为革兰阴性菌。淋球菌主要侵犯泌尿生殖系统的柱状上皮细胞。在男性表现为急性尿道炎。在经过3—5 d潜伏期，出现尿频、尿痛(烧灼感)和尿道流脓等症状。因此，根据不洁性交史，临床症状及分泌物涂片中找到革兰阴性双球菌即可作出诊断。少数病人由于治疗不及时或不彻底等原因，炎症可转移到后尿道，亦可变为慢性。在女性，淋球菌主要侵犯子宫颈内膜和尿道。病人可有白带异常或尿频、尿痛等症状，但远比男性轻，有的人甚至全无症状。因此，对这些病人的诊断主要依靠用选择性培养基作淋球菌的分离培养。此外，还有淋菌性眼结膜炎(婴儿多见)、直肠炎和咽炎等。炎症的进一步发展，在男性可出现附睾炎、精索精囊炎和前列腺炎；在女性可出现输卵管炎和子宫内膜炎等局部合并症。输卵管炎造成阻塞，是引起不孕的原因之一，常是淋病的严重后果。淋球菌还可通过血液传播到全身，引起腱鞘炎、关节炎、皮炎，甚至心内膜炎、肝炎和脑膜炎等播散性淋球菌感染。

治疗药物主要是水剂普鲁卡因青霉素G(480万单位，分两次肌内注射)，氨苄青霉素(3.5 g)或羧苄青霉素(3.0 g)口服。同时服丙磺钙1 g。也可用四环素、强力霉素和红霉素治疗。近年来耐青霉素淋球菌菌株的流行，有些国家提倡使用壮观霉素和头孢菌素治疗淋病。给患者性卫生知识教育；规劝其性伴侣检查和治疗；在治愈前避免性行为；采用避孕套以防再感染；一剂量疗法结束4—7 d复查；如症状持续或复发，应及早检查和再治疗。

梅毒控制

梅毒(syphilis)是由苍白螺旋体所引起的一种性传播疾病。主要通过性交传染，称为后天(获得性)梅毒；还可通过胎盘使胎儿受感染，称为先天(胎传)梅毒。病期≤2年者称早期梅毒(一、二期)，有传染性；病期在≥2年以上者称晚期梅毒(三期)，一般无传染性。先天梅毒在≥2岁以上出现。

后天梅毒：不洁性交后，约经2—4周的潜伏期，在生殖器部位出现初疮，称为硬下疳，1—2周后局部淋巴结肿大，此时期称为一期梅毒。当梅毒螺旋体由局部淋巴结进入血液后，在体内大量播散，使全身许多器官受侵，出现多种多样的临床表现。皮肤粘膜损害方面，有多种形态的皮疹、扁平湿疣、脱发及粘膜疹。还可发生骨骼、眼及神经系统等全身性损害，此时称为二期梅毒。二期梅毒损害消退后，如治疗不彻底或病人免疫力低，损害可复发。约30%—40%未经治疗的病人可发生晚期(三期)活动性梅毒，表现为皮肤粘膜损害(硬化性损害、小结节损害、树胶

肿及近关节结节）和骨、眼、心血管及神经系统梅毒等，后两者较严重，可造成死亡。还有一部分病人，未经治疗或治疗剂量不足，无临床表现，而血清反应阳性，称为潜伏（隐性）梅毒。早期潜伏梅毒仍可发生二期复发损害；部分晚期潜伏梅毒可发生活动性损害；一般无传染性，但女性患者仍可经胎盘传给胎儿，发生胎传梅毒。

胎传梅毒：是胎儿在母体内通过血源途径感染所致，故无下疳（一期梅毒），重复感染者导致流产或死胎。患儿出生后常有较严重的内脏损害，死亡率较高。除有与后天梅毒基本相同的损害外，患儿可有前额圆凸、佩刀胫、胡氏齿、桑椹齿、马鞍鼻及孔口周围放射状皲裂疤等标记。还可有实质性角膜炎及神经性耳聋等。

梅毒的诊断：应结合病史、体检及实验室检查，进行综合分析，作出诊断。实验室检查有：①暗视野显微镜检查早期皮肤粘膜损害中的梅毒螺旋体。②梅毒血清试验：先作非螺旋体抗原（心拟脂）试验（如性病研究实验室玻片试验和血清不需加热的反应素试验简称VDRL与USR试验），有可疑时再作梅毒螺旋体抗原试验（如荧光螺旋体抗体吸收试验与梅毒螺旋体血凝试验，简称FTA—ABS与TPHA试验）。因前者敏感性比特异性高，可发生假阳性反应，而后者敏感性及特异性均高，极少发生假阳性反应。③脑脊液检查：神经系统受侵时，细胞、蛋白有异常变化，VDRL试验呈阳性。

梅毒的治疗与预防：早期梅毒，特别是有传染性的，应予隔离。各期梅毒均用青霉素治疗，8岁以下患儿用红霉素治疗。除对病人进行治疗外，还必须对其性接触者进行检查及治疗。并定期于3、6、12和24个月作血清学复查。

艾滋病控制

艾滋病（acquired immunodeficiency syndrome，AIDS）是获得性免疫缺陷综合征的简称。它是一种由人类免疫缺陷病毒（human immunodeficiency virus，HIV）引起的慢性传染病，潜伏期长，起病缓慢，有发热、乏力、厌食、慢性腹泻、体重减轻及淋巴结肿大并伴有细胞免疫缺陷等非特异性症状。

流行病学 艾滋病1981年起作为一种独立的疾病，广泛波及五大洲120多个国家和地区，至1988年2月，病例数已近8万，但实际上每发生一例有临床症状的病例，至少有3至5例或更多的无症状感染者及轻型的艾滋病相关综合征患者，典型的艾滋病临床患者仅占感染者的5%—20%。据WHO统计，目前全世界艾滋病携毒者近600万，其中妇女约200万，而且大多是育龄妇女。中国也已有外源性病例报道。在云南滥用毒品者中也有艾滋病报道。随着同各国交往的日益增多，艾滋病已构成对中国的严重威胁。

本病在各国的发生大多集中在城市，以男性成年人为主，好发生在男性同性恋者及双性恋者，其次是静脉内滥用毒品者，个别发生在血友病病人及受血者

本病传播方式与乙型病毒性肝炎相似，主要经精液、血液及唾液传播。一般接触不会感染。

（1）经性交传播：患者的精液中带有此病毒，经损伤的直肠粘膜侵入受染者机体而完成感染。所以，男性同性恋者发病率高，原来有其他性病的患者更易于患艾滋病。因为这类人性行为频繁且性接触方式也多样，梅毒等性病又能引起机体免疫功能减低，增高了机体对艾滋病病毒的易感性。

（2）经输血或血制品传播：包括输入全血、红细胞、血小板、血浆等制品。在美国，输血后艾滋病发生率高达1/10万。反覆接受输红细胞及血小板的白血病患者中艾滋病病毒感染率高达8%。其他血制品首推治疗血友病的凝血因子Ⅷ。其他制品，如丙种球蛋白，因其制备过程中无有效灭活步骤，其制品中常查出抗艾滋病抗体。癌肿治疗用的血清蛋白中也曾分离到艾滋病病毒。

（3）经不洁注射器传播：主要发生在经静脉滥用毒品的人群中。在美国，50%以上儿童艾滋病病例的双亲有药瘾

（4）经子宫或胎盘传播：艾滋病病毒可通过胎盘传给胎儿，也可经分娩时的阴道分泌物或母体血液传给胎儿（怀孕至20周时）或经母乳传给新生儿。

（5）经昆虫传播：虽然昆虫吸艾滋病病人血后在其胃内曾发现艾滋病病毒，但目前尚无证据证明昆虫能传播此病。

（6）经接触传播：虽然艾滋病病毒可以在唾液等各种体液中检出，但经日常生活接触，直接由病人传给健康接触者的可能性极小。日常生活接触的方式包括帮洗澡、穿衣；嬉戏、握手、拥抱、吻面颊及礼节性亲嘴等；因护理病人而涮洗过病人用过的食具、厕所、便器、浴盆、衣服等或同病人生活在一起用过同一剃须刀、牙刷、指甲钳、毛巾、梳子、衣服、食具、茶杯及床、厕所、浴盆、厨房等。但接触者应无皮肤及粘膜破损，应无免疫缺损病，否则密切的日常生活接触也会招致不幸。由于日常生活中接触传播艾滋病病毒的可能性极小，故社会上对艾滋病病人、艾滋病病毒感染者及其家属不应该歧视。世界卫生组织特敦促其166个会员国通过宣传教育或其他各种社会支持活动，使广大群众培养起一种对艾滋病病人或艾滋病病毒感染者的理解及同情心，尤其对儿童患者，应给予他们同等的关怀和爱护，因为他们不会将艾滋病传给别人。

病原学 艾滋病病毒属于淋巴结病相关病毒（LAV）及嗜人T细胞白血病病毒Ⅲ（HTLV-Ⅲ）逆转录病毒。HIV的抵抗力较乙型肝炎病毒弱得多，常用消毒药品及消毒方法皆可使之灭活。在液体培养基及50%人血清中加热56℃ 1/2 h，即在体外失去对人T细胞的感染性及抗原性，温度再增加5.34℃，其病毒灭活率将增

加10倍。一般在70—80℃条件下，10 min即能达到消毒目的。在室温干燥状态下HIV的传染性可维持3 d以上，干燥3 d后样本中尚能测得HIV，但其被灭活速率十分迅速。在无细胞的组织培养液中，在室温(23—27℃)条件下，15 d时尚能检出HIV；在37℃条件下，至11 d尚可检出；在有细胞的干燥环境下仅能存活1 d。在低于一般常用浓度的各种化学消毒剂作用下HIV即能很快被灭活。用0.05%—0.5%次氯酸钠或家用漂白粉在室温条件下，只需5 min甚至1 min内即可使HIV灭活。0.012 5%的戊二醛可使大部分的逆转录酶活性破坏；70%酒精对HIV有强烈灭活作用。

预防 有以下几点。

(1) 宣传教育：①对广大群众，讲明本病的性质，可能的传播方式及如何预防。不应歧视病人或带毒者；不应在职业、公共生活、社交活动等方面给予不必要的限制。要告诫及指导人们进行合理的性生活。②对医务人员，让他们懂得本病是如何传播的，在自卫的前提下(如在处理病人的各种染毒物品、分泌物时应戴手套、穿隔离衣甚至眼镜、围裙，处理完后应洗手等)，严格遵守消毒隔离规则。③对患者，要消除其恐惧、自卑心理，积极投报就医而不要讳疾忌医或隐瞒病情。

(2) 加强对本病的监测和报告：如加强国境检疫、禁止血液和血制品入境，对入境外籍人员或回国留学生(在国外居住达1年以上者)等应在入境1个月之内履行本病检查手续，或出示对方国健康证明书；对接受过在华外籍人员志愿献血的人，也应检查艾滋病抗体；使用过国外进口血制品者也应受检查。检测结果如酶标法阳性，先勿遽下结论，更应保密，送中国预防医学科学院病毒学研究所复试证实。对宾馆服务人员、飞机车船服务人员和旅游事业导游人员、外宾门诊、病房的医护人员等应定期检测。对确与外籍人员发生过性行为或使用其未加消毒的注射器经静脉注射过毒品者需专册登记，并每隔半年检查一次，连续4—5次。

(3) 加强管制非法性行为：严格取缔暗娼，加强有关这方面的法律及刑法制裁，并辅之以法制及道德教育。尤其应杜绝那种勾结国际海员、外籍人员乱搞性活动的现象。

(4) 及时收治和管理本病患者：发现病人后首先应报告卫生防疫站或卫生局并及时收治入隔离病房。对病人的一切分泌物及血液等污染物品均应按要求彻底消毒处理，基本上可按处理乙型肝炎病人的要求。对疫点需从速消毒处理，登记可疑的传染源及接触者，并进行详细的流行病学调查。

(5) 免疫预防：由于艾滋病病毒的抗原及毒力皆易变异，且抗原也有多种，特异性也很强，因此很难生产一种特异性较为广泛的疫苗。尽管如此，世界各国对疫苗制造的研究热情及成就都是很大的。有的甚至使用了计算机方法分析HIV蛋白结构中的氨基酸序列，以便提出可以用于疫苗制造的合适区域，选出具有高度抗原性的HIV外壳蛋白抗原。目前认为较重要的抗原为gp 120亚单位，并试制了几种疫苗。

人乳头状瘤病毒感染控制

人乳头状瘤病毒(human papilloma virus, HPV)是寻常疣、扁平疣、跖疣、尖圭湿疣、疣状表皮发育不良(epidermodysplasia verruciformis, EV)、口腔乳头瘤和喉乳头瘤的病原体。传统的观念认为上述疾病是慢性良性疾病，未予重视。近年发现人乳头状瘤病毒感染后，部分最终导致恶性肿瘤，如宫颈癌、舌癌、喉癌、皮肤鳞癌等。

人乳头状瘤病毒是乳头多瘤空泡病毒科(papovaviridae)中之一。这个科的所有病毒几乎都能引起肿瘤，多为自然发生的良性瘤，例如在人和许多动物身上发生的疣，开始都是良性的，但有的可转变为恶性。这种病毒感染引起的疣其发病率和发病年龄与其他性病相同，且两性的伴侣均可发病。

临床上的寻常疣、扁平疣和性传播的生殖道尖圭湿疣均由HPV引起，由于发生的部位和宿主的反应不同而造成不同的疣。生殖道疣可导致生殖道癌，尤其是尖圭湿疣，可伴有不典型增生，即癌前期病变。也曾有报道，一些浸润性宫颈鳞癌患者伴有乳头状疣病变。

HPV可引起任何年龄儿童肛门生殖器疣，但较少见。在女童主要发生在女阴、肛门及尿道口，是由于妊娠期间逆行感染或血行感染，或在分娩过程中感染，或在出生后与母亲密切接触造成。

尖圭湿疣潜伏期为3—6个月，也可短至1个月左右。临床上表现为皮肤粘膜部位多发性乳头瘤或疣样病损，疣小而扁平，或呈丝状、乳头状，有疼痛或瘙痒感。男性尖圭湿疣常见于冠状沟、龟头、系带、尿道口、阴茎及其周围皮肤，很少累及阴囊。女性多见于阴蒂、阴唇、肛周及会阴部。可使用冷冻或激光等措施治疗和局部化疗。

沙眼衣原体感染控制

沙眼衣原体(chlamydiae)感染，主要通过性接触而传播，新生儿则在分娩过程中受感染。由沙眼衣原体引起的生殖道性传播疾病，传播快、发病率高，并可导致附睾炎和输卵管炎、不育症和输卵管妊娠。

男性患者临床上表现为非淋病性尿道炎(non-gonorrheal urethritis, NGU)，其潜伏期较淋病长，约1—2周或更长，排尿轻度(或无)困难，尿道无(或有)少量粘液状分泌物，内含多量多形核白细胞，常无全身症状。常并发附睾炎，单侧附睾肿大，硬而有触痛；睾丸疼痛或有触痛。

女性患者常无症状，有时是衣原体携带者。表现为尿道炎和生殖道感染（子宫颈炎、子宫内膜炎、输卵管炎）。

新生儿感染由于通过有衣原体感染的母亲产道所致，出生后7—14 d出现眼部感染，眼有或无粘液脓性分泌物，病程可自限，但也可变为慢性持续性。病原体可经结膜或鼻咽部侵入体内引起新生儿肺炎，一般在出生后4—12周发病，常伴有结膜炎。

在西方国家衣原体感染已成为性传播疾病中的主要病原体之一，占性病病原体的首位。中国根据对犯有性淫乱行为者的血清学分析，也曾找到抗体和分离到病原体，证实了有生殖道衣原体感染的发生。

衣原体感染主要采用四环素治疗，其次为红霉素。

公害病控制

公害病（public nuisance diseases）是环境污染所引起的地区性疾病。“公害”一词是从日语引进的，日语“公害”一词译自英语public nuisance，意即对公众的损害。中国也用这个名词表示环境污染的严重后果。公害病不仅是一个医学概念，而且具有法律意义，须经严格鉴定和国家法律正式认可，方被认为公害病。

公害对人群的危害，比生产环境中的职业性危害更广泛。不仅限于工作地点和在工作时间之内的职工，而对凡处于公害范围内的人群，不论年龄、性别、甚至胎儿均受其影响；形成公害的污染物质，一般与构成职业性危害的污染物具有类似的种类和性质，只是由于环境范围扩大，浓度降低，但低浓度并不意味着低危害。因为汇集到环境中的多种有害物质，在环境各种因素（日光、空气、土、水、生物等）影响下，可能发生理化或生物学的变化，从而产生各种不同的危害。例如含无机汞的工业废水排入水体后，其中的无机汞沉积水底，被细菌转化为毒性更强的甲基汞，并被辗转多次而富集于水生生物（如藻类、贝类、鱼类等）体内，人们长期吃了这种含甲基汞的鱼类或贝类就会造成中枢神经损伤，日本发生的水俣病就是一个典型的例子。

公害病特征 ①它是由人类生产和生活活动不断发展而造成的环境污染的产物。②危及健康的环境污染因素很复杂，有一次污染物和经过环境影响而形成的二次污染物；有单因素作用或多因素的联合作用。污染源往往同时存在；污染与危害之间一般具有相关关系，确凿的因果关系则常不易证实。③公害病的流行，一般具有长期陆续发生的特征，也可能累及胎儿，危害后代，也可能出现急性暴发型疾病，使大量人群在短时期内发病。④公害病在疾病谱中是新病种，有的发病机制尚不清楚。⑤公害病是以法律形式确认的。

公害病的形成与人类生活、生产的发展有密切联系。19世纪60年代，欧洲一些国家集居在城市的人们逐渐采用水冲式厕所，但无科学地处理粪水的技术，粪水导入渗水坑乃至河流、池塘，从而严重污染地下水和地面水，引起霍乱、伤寒、痢疾等肠道传染病的多次流行。1848—1892年间仅英、德两国的肠道传染病死亡人数即达33 000余人。

从产业革命起，根据生产需要，人们开采利用煤、金属和稀有元素一直到新的能源（石油、铀等），使越来越多的废气、废水、废渣，严重污染生活环境。以英国为例，1860年的耗煤量每年达到8 000万吨，比1760年增加了15倍，以后仍逐年增长，以致大气受到SO_2和烟尘的严重污染，到1949年，英国支气管炎和肺心病患者就达15 640余人，死亡3 579人。

50年代汽车工业大发展，汽车废气严重地污染了大气，在逆温、微风、废气不易稀释条件下，加上强烈阳光的照射，逐渐形成光化学烟雾，造成公害病。1953—1955年，仅美国洛杉矶一地就发生两次光化学烟雾事故，计患红眼病者每次都占全市人口的1/2，约85万人。以后美国纽约和日本东京、大阪等地，也发生同样事故。

1848—1974年间，凡能查到公害病发生的时间、地点、污染源、环境状况、引起的疾病和患病及死亡人数的公害事故，有70余次。

公害病的预防 根本途径是控制“生活性废弃物、工业三废和汽车废气”等对地面水、大气和土壤的污染及制定相应的立法条例并付诸实施。由于公害事件的不断发生，不少国家已相继建立了防治公害的行政机构，颁布了环境法令、条例和标准，设置了环境保护科学机构。中国也已制订了一系列的环境保护法（如环境保护法、水污染防治法等）。中国宪法第26条规定：“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害”，同时在各地建立了环境监测机构，如能严格贯彻执行，在防止公害事件的发生中将能起到积极作用。

放射卫生防护

封闭型放射性外照射防护

凡放射性核素处于密封包壳内的辐射源称为封闭型辐射源(enclosed radiation source),如钴-60 γ辐照源、锶-90 β辐射源和钋—铍中子辐射源等。应用封闭型辐射源时,对工作人员的危害,主要是外照射,但当其密封外壳破损时也能造成内照射危险。外照射的防护目的在于控制电离辐射对人体的照射,使之保持在可以合理做到的最低水平,以保障放射性工作人员和一般居民的健康与安全。

外照射防护的基本原则 有以下几点。

(1) 时间防护:人体受到照射的累积剂量随时间延长而增加,因此,在一切操作中应力求熟练、迅速。非工作需要应避免在辐射场中作不必要逗留。在某些场合下,例如抢修设备或排除事故,人员不得不在强辐射场内进行,并需要持续一段时间,此时应采用轮流、替换的方式来限制每人的操作时间,以减少个人的照射剂量。

(2) 距离防护:人体受到的照射量率和离开辐射源的距离平方成反比。离辐射源的距离增加一倍,人员的照射量率即降为原来的四分之一,因此在操作中应尽可能地采用远距离操作如长柄钳或机械手等。

(3) 屏蔽防护:在工作中,由于条件所限,客观上不允许无限制地缩短受照时间与增大离源距离,在此情况下必须采用屏蔽防护。屏蔽防护是根据电离辐射通过物质时被减弱的原理,即在工作人员与辐射源之间设置屏蔽物,以降低操作位置处的照射量率。

几种类型射线的防护 有以下几点。

(1) β射线防护:常见的β辐射源有^{90}Sr-^{90}Y与^{32}P等。多被用于工业上β测厚与核医学中治疗皮肤疾患的β源敷贴等,β射线的射程较短,穿透能力低,易被人体表层组织所吸收。因此,β射线从体外照射时只能引起人体局部皮肤和眼角膜的损伤,其损伤程度与β射线的能量相关,能量<0.1 MeV的β射线(如^{3}H、^{14}C),不能穿透人体皮肤的角质层,故可不必考虑外照射防护。对能量>0.1MeV,尤其是>1MeV的β射线(如^{90}Sr-^{90}Y、^{32}P)则需注意外照射防护。屏蔽防护是β射线外照射防护的主要措施,屏蔽材料选择及其厚度主要根据β射线的最大能量确定。选择屏蔽材料应从两方面来考虑,一是利用屏蔽物的吸收作用来防护β射线本身,二是防护β射线与屏蔽物相互作用而产生的韧致辐射。韧致辐射产生的强度与β射线能量、屏蔽物原子序数等因素有关。β能量越大,屏蔽物原子序数越高,则产生的韧致辐射强度也越大。因此,对β射线防护必须考虑两层屏蔽,内层用原子序数低的材料(如铝、烯基塑料、有机玻璃、普通玻璃)来吸收β射线,外层再用原子序数高的材料(如铅、生铁、钢等)来屏蔽韧致辐射。

(2) γ射线防护:常见的γ辐射源有^{60}Co、^{137}Cs和^{226}Ra等。它们广泛应用于辐射育种、辐照食品、工业用γ射线液位计、γ射线探伤以及医学上的治疗肿瘤等。工农业和医学上应用的γ辐射源特点是源活度大,数量多,从数十亿至数千亿Bq不等,如果忽视防护,违章操作或人员误入辐照室,都可造成重大事故,甚至危及生命,为了确保工作人员和周围居民的安全,务必十分重视γ辐射源的卫生防护和安全操作、监督制度。辐照室应设通风装置;γ辐照室(或γ探伤室)的防护墙、室顶厚度应按γ辐射源种类、源的活度进行屏蔽防护计算。屏蔽材料有两类,一是选用高原子序数的金属材料(如铅、铁),另一类是通常的建筑材料(如混凝土、砖),较强的γ辐射源可贮放在深井水中;γ辐射室(或γ探伤室)应有远距离控制和报警装置,为防止非操作人员误入,辐照室的门应设有安全连锁装置;每年至少进行一次辐照室机械传动性能、安全连锁装置以及射线束输出量的测定;医用镭锭(或^{60}钴管)也应定期进行逸漏测定;用γ射线对病人照射时,事前应认真选择和核对治疗方案,准确对位,并应注意保护非照射部位;对工作人员应进行个人剂量监测。

(3) 中子防护:放射性中子源有两类,一类是(α、n)型中子源,如^{210}Po-Be、^{239}Pu-Be、^{241}Am-Be和^{226}Ra-Be中子源,这类中子源可产生能量高达几十MeV的快中子;另一类是(γ、n)型中子源,如^{124}Sb-Be中子源。中子能量一般在1 MeV以下,并伴随产生较强的γ辐射。

工业生产和科研机构中所采用的中子源一般体积小,常用于天然气和油田勘探,元素活化分析及反应堆的起动等。对于几Mev以上的快中子,屏蔽物中必须含有

一定量的中等或重元素(如铅);对于几Mev以下的快中子,应选用氢含量较高的材料(如水、石蜡、聚乙烯含硼材料)来慢化中子,达到防护屏蔽中子的作用。对有些中子源,如^{226}Ra-Be与^{124}Sb-Be源常伴有较强的γ射线,对这类中子源的屏蔽防护,不仅需考虑对中子的减弱,还应注意对γ辐射的屏蔽,故也需考虑用铅与石蜡的复合屏蔽手段[例如某单位有一^{226}Ra-Be中子源,^{226}Ra的放射性活度为1.85×10^{10}Bq(0.5 Ci),为使离源1 m处剂量当量指数率低于25×10^{-6}Sv·h^{-1},该中子源则需用厚11 cm铅与厚28 cm石蜡作复合屏蔽]。

其次操作人员在野外运输和装卸中子源时,常受到中子照射危害,故尽可能利用长柄工具等远距离操作器械,操作应力求准确、迅速,工作人员应定期进行健康检查等。

(4) X射线防护:凡高速运动的电子,撞击物质而突然受阻减速时,均能产生X射线。X线机就是根据这个原理将电能转变为X线能的装置,X线机现广泛应用于临床的诊断治疗和工业X线探伤等。X射线的穿透力与发射量常和X线机的管电压、管电流、曝光时间以及X线出口处的过滤条件等因素有关。管电压越大,X线穿透力越大;管电流越大,曝光时间越长,则X线发射量越大。X射线防护原则基本与γ射线相似,采用时间、距离和屏蔽等防护手段。①医用X射线防护:X线机房应有足够使用面积,100 mA以下的不<24 m²,200 mA以上的不<36 m²,牙科用X线机应有单独机房。透视机房墙壁应有1 mm铅当量防护厚度;摄影机房内有用线束朝向的墙壁,应有2 mm铅当量防护厚度,其他侧墙和天棚应有1 mm铅当量防护厚度。X线工作人员在不影响诊断的原则下,应尽可能采用高电压、低电流、厚过滤和小照射野进行工作,有条件者可采用X线隔室透视装置或远距离电视显象装置;摄影时工作人员必须在屏蔽室内操作。X线机房外应设指示灯或连锁装置。某些不能采用远距离操作的临床X线检查,工作人员必须穿戴铅当量不<0.25 mm的铅手套、铅围裙等个人防护用具,供胃肠及其他特殊检查用的辅助防护用品应有较大的铅当量。无论在X线透视检查或X线肿瘤治疗时,均应对受检者非照射部位(尤其是性腺)进行必要的屏蔽防护,孕妇与胎儿应尽可能避免或减少X线检查。②工业探伤用X线防护:X线探伤室设置必须充分考虑对周围环境的安全,探伤室与控制室必须分开,室内主屏蔽墙应按有用线束的屏蔽要求设计,室外应安设指示灯与连锁装置。探伤机工作时,为确保对周围环境与邻近人员的安全,必须划出控制警戒区,对固定式X线探伤机,凡1年内外照射剂量当量在0.015 Sv以上的区域为防护控制区,并予以标志,防止他人误入;对使用移动式或携带式X线探伤机进行无损检测时,凡剂量当量率在4×10^{-4}mSv·h^{-1}以上的区域即作为控制区,未经许可不得随意进入。

开放型放射性防护

凡使用放射性核素,有可能向周围环境扩散,并可能造成工作人员体表或环境污染的一切操作,称为开放型放射性工作(如放射性矿物的开采和冶炼;医用放射性核素的开瓶、分装与标记;仪表表面描绘放射性发光物质等)。在开放型操作中一旦不遵守或忽视卫生防护,工作人员即可受到β或γ射线的超剂量照射,引起人员体表或各类物件表面的放射性污染,或放射性核素通过呼吸道、消化道与皮肤进入人体产生内照射危险。因此,在从事开放型放射性工作中必须采取综合性的有效防护措施。

放射性工作场所的防护 根据放射性核素的等效年用量可将放射性工作单位分成三类(表1),按放射性核素的等效日操作量,可把工作场所分为三级(表2)。等效年用量是由各种放射性核素的年用量贝柯勒尔(Bq)分别乘以放射性核素毒性组别系数,并逐项相加得出。毒性组别系数值:极毒组(^{210}Po、^{239}Pu)为10,高毒组(^{90}Sr、^{226}Ra)为1,中毒组(^{32}P、^{60}Co、^{131}I、^{99}Mo)为0.1,低毒组(^{3}H、^{51}Cr、^{99m}Tc、^{113m}In)为0.01。例如某医院1年内使用^{131}I为1.1×10^{11}Bq,^{90}Sr为3.7×10^{10}Bq,^{99}Mo为1.85×10^{11}Bq,^{3}H为3.7×10^{11}Bq,它们分别属于Ⅲ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ毒性组,其等效年用量为:

$$1.1\times10^{11}\times0.1+3.7\times10^{10}\times1+1.85\times10^{11}\times0.1+3.7\times10^{11}\times0.01=0.71\times10^{11}\text{Bq}$$

因此,该院属第三类工作单位。

表1 工作单位分类

类 别	等效年用量(Bq)
第一类	$>1.85\times10^{12}$
第二类	$1.85\times10^{11}-1.85\times10^{12}$
第三类	$<1.85\times10^{11}$

表2 工作场所分级

级 别	等效日操作量Bq
甲 级	$>1.85\times10^{10}$
乙 级	$1.85\times10^{7}-1.85\times10^{10}$
丙 级	$3.7\times10^{4}-1.85\times10^{7}$

凡最大等效日操作量低于丙级工作场所下限值者,为非放射性工作场所。一、二类的放射性工作单位不得设在市区,三类(或属于二类)的医疗单位可设在市区。放射性工作场所内各房间的平面布局应按放射性操作的活性强度水平,由低到高依次顺序排列。高活性水平的房间(如贮源室、源分装室、废物贮存室等)应设在放射性工作区最内侧,建筑结构应考虑对射线的屏蔽防护。放射性区与非放射性区之间应设卫生通过室(内设有更衣、洗手或

淋浴设备)。各级工作场所(实验室)的内部设施,有其不同的卫生防护要求(表3)。

表3 各级工作场所内部设施要求

级别	建筑物屏蔽	地面	表面	通风柜	房间通风	通风和下水道管	应急设施
丙级	无	可清洗	可清洗	有或无	一般	标准型	清洗设备
乙级	无	光滑无缝	光滑可洗	有	中等	标准型	清洗及去污设备
甲级	需考虑	光滑与墙面相连无缝	光滑可洗	专用	较强	需特殊管道	清洗及去污设备

放射性发光涂料描绘作业的防护 钟表和仪表工业常采用放射性发光涂料(如^{226}Ra、^{147}Pm、^{3}H等)来描绘表盘刻度和指针,以供夜间照明和指示用。^{226}Ra毒性较大,近年来已渐被^{147}Pm和^{3}H等毒性较低的放射性核素所替代。镭和新钍衰变时放出氡和钍,在分装、称量、配制、描绘和烘干工序中都会产生放射性气体和气溶胶,操作中如忽视个人防护和个人卫生即可能发生严重的放射性污染,并通过吸入、食入或皮肤渗透等途径进入人体造成内照射损害。使用含镭夜光粉的操作人员还可受到β、γ射线的外照射。

应用放射性发光涂料的工作场所及其内部设施均应符合开放型放射性工作场所的卫生要求。描绘室应有良好的全面机械通风;分装、调浆、描绘等作业应在装有排风设备的通风柜或手套箱内进行。工作人员应有专用工作服。在工作场所内严禁进食和吸烟,避免用手直接接触发光涂料或污染物件;工作完毕后应洗手或淋浴。工作场所应经常保持清洁,物件表面放射性污染可先用二甲苯进行局部擦拭去污,然后用稀酸溶液或其他去污剂进行擦洗。通风柜内废气排放需经空气净化过滤,废水需经处理后方可排放,固体废物必须用废物袋收集后再集中处理。

医用放射性核素的防护 医学上常用的放射性核素有^{3}H、^{14}C、^{32}P、^{125}I、^{131}I、^{99}Mo-^{99m}Tc、^{113}Sn-^{113m}In、^{203}Hg和^{198}Au等。它们大多为β、γ辐射体,呈液体状。在开瓶分装、注射、发药、核素发生器(亦称"母牛")装柱、淋洗过程中都有对工作人员产生外照射的危险。例如为一个刚经腹腔内注射3.7×10^{7}Bq ^{198}Au的患者护理时,护理人员每周将受到约1.75mSv(或175mr)的照射剂量。故在上述的操作中应尽可能采用长柄钳夹远距离操作或设置屏蔽防护。应用医用放射性核素时的另一个突出问题是放射性污染。病人用过的药杯、注射器和患者的排泄物等都可导致各类物件表面的放射性污染。如病人经^{131}I治疗后,^{131}I可通过汗腺排出而污染睡衣,被褥等物品。

医务人员,特别是护理人员常在病人身旁停留较长时间,可受到一定程度的外照射,其次在护理病人和处理污染物时也常可能使手或工作服表面等受到污染。因此,在不影响临床护理质量的前提下,对已服用或注射过治疗剂量的病人,在最初48 h内护理工作应力求迅速、熟练。若病人健康状况允许,可辅导病人自行收集或处理排泄物。对护理易于呕吐、大小便失禁、大量出汗或剧烈咳嗽的病人,护理人员必须戴手套操作。

在诊断检查时,为使病人体内的器官或组织所受剂量达到尽可能低的水平,常应选用半衰期短、毒性效应小、释放低能γ辐射而不是β辐射体的放射性核素。对孕妇作检查时,要特别控制对胚胎或胎儿的受照剂量,对妇女尽可能安排在月经开始后的10 d内进行。为避免病人在短期内作多次重复检查,应在病卡上注明所用放射性核素的日期和用量,非临床所必需的检查应尽可能减少。

住院病房应有特殊的屏蔽防护设施,确保病人在住院期间对来自邻近病人的照射不得超过公众的剂量当量限值。医疗单位应根据病人施用的放射性核素性质与强度制订来访者与病人必须保持的安全距离或停留时间,对儿童和妊娠妇女,原则上拒绝探望。

放射操作人员个人防护

在放射性防护工作中,由于技术上或经济上的原因不可能把射线或放射性物质完全屏蔽或控制到所要求的限值,因此采取个人防护是相当必要的,尤其在事故处理情况下,个人防护更是一种主要防护手段。从事放射性工作时,个人防护主要包括坚决执行安全操作规程和正确使用个人防护用具两方面。

安全操作规程 ①工作人员在操作前应熟悉所从事的放射性工作性质,拟定周密的操作计划。在每次新的工作前,应做模拟试验,直至操作熟练无误才可正式操作。②工作人员在进入工作场所前,根据需要穿戴好个人防护用具和佩带个人剂量计,工作结束后留在工作场所,不得带到场所以外。③在开放型放射性操作中,工作结束后,必须洗手或洗澡,经表面污染仪检查合格后才得离去。④从事放射性液体的开瓶分装、煮沸、烘干或产生放射性气体、气溶胶和粉尘的操作,必须在有通风设备的通风柜或手套箱内进行。⑤放射性工作场所内严禁吸烟、进食或存放食物。⑥工作人员的手部皮肤有伤口时,不应从事开放型放射性操作,如手部伤口不严重,经包扎后,再戴上防护手套,可进行低水平的放射性操作。⑦讲究个人卫生,勤剪指甲、理发、洗澡与更换衣服,养成良好的卫生习惯。

正确使用个人防护用具 个人防护用具是指工作服、鞋帽、手套、袖套、围裙和口罩等。工作服是保护体表皮肤或工作人员本身衣服不受放射性核素污染的重要措施,但它不能防护外照射。工作服一般又可分为基本工作服和附加工作服。基本工作服要求结构简单、使用轻便、透气性好、便于清洗和价格便宜等特点。放射性工作人员的工作服,一般采用白色棉织品制成。合成纤维织品因具

有静电作用易吸附空气中的放射性微尘，不宜采用。丙级实验室水平的操作，一般用白大衣、工作帽即可；乙级实验室水平的操作，宜采用上、下身联合工作服；甲级实验室水平的操作，应将个人衣服（包括袜子、鞋子、帽子）全部更换成工作衣具。附加工作服是在从事液态放射性核素操作或清洗污染的设备、器皿或清扫工作场所时，除穿基本工作服外，再穿戴附加工作服，以免放射性核素透过基本工作服而污染工作人员内衣或皮肤。目前常用的附加工作服有由塑料薄膜制作的围裙和袖套等。气衣是一种把工作人员包括头、躯体和四肢全部包在里面的一种衣具，用塑料薄膜制成。进气由送风机通过管子送入气衣内。它主要用于核设施维修和污染严重的核事故处理。铅围裙是橡胶中掺入一定量铅制成的围裙，它对长期操作剂量不高的X线或γ射线工作者防护躯体和性腺部位的照射，是一种简单可行的防护用具。

在一般情况下，医用乳胶手套和塑料手套都能满足操作放射性核素的要求，尺寸型号要选择合适，手套在穿戴前应仔细检查，破裂或有小孔的不能使用。脱手套时应将污染面向里翻，要特别注意不要污染手和手套的内层（即清洁面）。手套的清洗，应戴在手上进行，不宜脱下来洗，或使用一次性手套。铅橡皮手套主要用于X线透视和X线下骨科复位等的工作人员。防护口罩是减少工作人员吸入放射性核素的重要手段，特别在操作天然放射性物质时，可产生一种粒径很小的放射性气溶胶，普通纱布口罩对放射性气溶胶的防护效率很低不宜选用，在这种情况下可选用超细合成纤维（如超细过氯乙烯纤维与超细丙纶纤维）为过滤材料的口罩。在灰尘粒径较大、浓度较低的场所，普通纱布口罩亦可采用。面罩和防护眼镜，主要用来防护面部的污染及眼睛的过量照射。面罩可用透明的有机玻璃制成。眼睛如防护γ射线、X线可用铅玻璃眼镜，防护β射线，可采用普通玻璃或有机玻璃眼镜。

放射性表面污染清除

在操作放射性物质的过程中，特别是开放型操作往往不可避免地会造成环境或工作场所的地面、墙壁、设备、工具以致工作人员的服装、皮肤、头发等的放射性污染。各种表面的放射性污染，不仅会使环境本底升高而影响放射性测量的准确性，还可对工作人员造成外照射或内照射的危害，必须及时予以清除。

放射性表面污染按照与物体表面结合的牢固程度，可分为非固定性污染和固定性污染两类。表面污染随着污染时间的增长而增加。由于物理化学作用，部分放射性物质与表面形成了牢固的结合，污染就难以清除。因此，一旦发生放射性污染，需要立即去污。

放射性污染去污剂 在大多数情况下，欲求较彻底地清除污染须借助有效的去污剂。常用的去污剂有以下几种：①表面活性剂：有阴离子、阳离子及非离子型三种。肥皂属阴离子型，对清除污染有一定效果。在肥皂中加适量吸附剂或络合剂如白陶土、淀粉、木屑以及EDTA钠盐等可提高去污效率。磺酸型合成洗涤剂也属阴离子型表面活性剂，亦可用作放射性去污剂。非离子型表面活性剂的去污效果更好。②络合剂：能与金属离子通过配价键而形成环状的稳定络合物，使金属放射性污染物容易脱离物质表面而被清除。常用的络合剂有六偏磷酸盐、柠檬酸、酒石酸和氨羧酸类的乙二胺四乙酸钠（EDTA钠盐）等。③溶剂：有些酸、碱溶液为有效的去污剂，如盐酸、硝酸、氢氟酸、碳酸钠溶液等。但酸性去污剂刺激和腐蚀作用剧烈，不宜用于皮肤、金属及水泥表面的去污。5%碳酸钠或碳酸氢钠对铀的去污效果较好。10%氢氧化钠或2.5%酒石酸和2.5%过氧化氢的混合液对去除裂变产物很有效，腐蚀性亦小。④氧化剂：有过氧化氢、高锰酸钾等。饱和高锰酸钾溶液常用于皮肤去污，对皮肤无刺激作用。

不同表面的去污方法 放射性污染的清除，由于污染物的种类或被污染表面的特性等不同，采取的方法也不同，必须根据具体情况作出处理才能取得良好效果。①皮肤去污染：皮肤是机体的防御性屏障组织，不宜过度洗刷，以免破坏其屏障作用，导致对放射性物质的吸收。清洗皮肤应先擦洗污染程度轻的部位，再依次擦洗污染严重的部位。尤应注意清洗指甲缝、手部纹隙等处。温水比冷水效果好。清洗皮肤选用何种去污剂应根据核素的品种及化合物形式，如^{32}P、^{131}I无机盐可用肥皂、软刷和流动温水，标记的脂溶性物质可用弱碱溶液。一种去污剂效果不良时可换用其他去污剂。多次清洗效果不显著者，可试用饱和高锰酸钾和5%亚硫酸氢钠溶液浸洗，常可收到较好效果。对皮肤伤口必须争取时间去污，以减少吸收。应当尽早用大量清水冲洗，然后把伤口盖住，用蘸有刺激性小的去污剂（肥皂、烷基苯磺酸钠、碳酸氢钠等）的棉球擦洗伤口周围。若伤口污染不太严重，可用去污剂棉球擦洗伤口，边洗边挤压其周围。若伤口污染严重，则除用去污剂棉球擦洗伤口外，挤压伤口周围使伤口流出的血将污染物冲出。必要时可考虑手术扩创。②衣服去污剂：工作服或内衣有污染时，应立即更换。若污染不严重，可浸泡在肥皂或洗衣粉中用手搓洗，并用大量水冲，污染严重时应用洗衣机清洗。工作服去污的一般程序为：20℃水中加不同去污剂浸泡10 min，20℃水漂洗10 min，70—80℃水漂洗10 min，最后用冷水漂洗两次。③仪器及设备去污染：玻璃和陶瓷器皿可用3%盐酸或10%柠檬酸浸1 h，水洗，再用重铬酸钾洗液浸1/2—1 h。金属器皿可用肥皂、柠檬酸钠、EDTA钠盐或适当的有机溶剂擦洗。若再加超声波处理效果更好。④工作场所表面去污：首先将未被吸附的污染物除去。粉末可用湿布湿滤纸收集；液体则用布或干滤纸吸收；若液体量多，可用真空吸引器或用干木屑吸取。收集污染物时应由外向内进行，严防扩散。进一步清洗的方法与设备，与仪器的清洗

方法基本相同。多孔性材料(如木材、水泥等)的去污常不易彻底,可酌情考虑在污染面上加涂油漆或水泥,也可覆盖塑料板。如果污染物为γ放射体,或虽为β放射体但剂量很大,则应将污染部分刨去或挖去,再用适当材料填平。短半衰期核素去污不彻底者也可封闭一段时间,等待其衰变到符合要求时再用。

放射性物品贮存和保管

使用放射性核素单位,必须有适当的房间或场所贮存放射性物品。放射性物质和放射性废物不得贮存在同一房间内,贮存室内不得存放易燃、易爆和易腐蚀的物品。贮存的基本要求是既有足够的屏蔽防护,又要在不受过量照射情况下易于辨认和取出。设计贮存室时必须考虑对邻近房间内的辐射水平和污染的控制;在可能有人停留区域内,所有容器泄漏的总照射率应每小时不得超过2×10^{-2}mSv。

贮存容器既要牢固密闭,又要容易开启,对贮存发射γ射线核素的容器,必须提供足够的屏蔽,使离源1 m处的泄漏不超过0.02mSv·h^{-1},距表面容器5 cm处不超过2×10^{-1}mSv·h^{-1}。对贮存β放射性核素的容器其壁厚度要大于β粒子的最大射程。能量在1 MeV以上时,需注意屏蔽韧致辐射。

用铅屏蔽罐存放单个源是合适的,可将多个铅罐贮存在铅砖构成的屏蔽墙后面,也可将其贮存在水泥地窖中,对于密封或不溶解的固体源,用水下贮存是一种较经济的方法。

^{3}H有很强的渗透性,它可透过聚乙烯容器扩散,贮存高活度的^{3}H,必须装在非常密闭的玻璃容器内。

所有贮存放射性物质的器皿或容器,必须有清晰的标志,注明放射性核素种类、状态、活度和日期等。

贮存室应装有排风装置,进入室内操作前应进行一段时间的通风。

贮存室应有专人负责管理,要建立严格的收支帐目和领用制度,少量的放射性核素(在最大日操作量以内)可存放在实验室或工作场所,暂时不用的必须存放在保险柜内加锁保存,主管人和保管人应经常检查放射性物质的保管使用情况并定期核对帐目,严防打破、倒翻或丢失等事故发生,一旦发生应立即向上级主管部门报告,无关人员不得进入贮存室。

放射性物品包装

放射性物品能自动不断地放出射线,对人体有一定的危害。为确保放射性物品在运输或贮存中的安全和防护,包装是其中重要措施之一。包装一方面可作为防护射线的屏蔽材料,另一方面也可作为防止放射性物质逸出、污染的保护层。因此,良好完整的包装有着重要意义。

(1) 放射性物品的包装:整个包装一般可分为四层:①最内层为内容器,用来盛装放射性物品。保证其不外漏,例如,放射性核素制剂是液体时,一般使用玻璃安瓿或金属封口的小玻璃瓶;如是固体,常使用带橡皮塞的小玻璃瓶或磨口瓶;如是气体则用密封安瓿瓶。辐射源、标准源、校正源等常用不会生锈的金属作为内容器,口被密封。②第二层为内层辅助包装,是内容器的衬垫物,起防震作用,避免内容器与外容器互相碰撞,常用衬垫材料为纸、棉絮、海绵、泡沫塑料等。③第三层为外容器,即主要包装容器,用来屏蔽射线和保护内容器。不同射线类型的放射性物品,其外容器的材料亦不同:如是α、β放射性物品,一般用几毫米厚的塑料或金属铝制成的罐或盒来盛装;如是γ放射性物品,一般采用厚度不等的铅、铁或铅铁组合而制成的罐来盛装;对于中子源,如是钋-铍中子源,可用石蜡与金属外壳构成;如是镭-铍中子源,由于其不仅释放中子,还可放出γ射线,因此,该容器除用石蜡罐外,里面还应备一个铅容器以屏蔽γ射线。④第四层为外层辅助包装,用以保护外容器不受损坏和便于运输,一般可用木箱、纸箱、金属桶、箱等,如每件物品重量在5 kg以上的应备有手提把手,超过30 kg的物品应备有便于起吊装卸的环扣。

(2) 放射性化学制剂和化工制品包装:①装入坚固大口铁桶中,内应有衬垫,桶口严密不漏,铁桶厚度>0.5 mm,每桶不超过100 kg。②装入厚玻璃螺丝口瓶或塑料瓶中,封口必须严密,要求达到即使倒放时也不会渗漏,再装入木箱,木箱板厚度>10 mm,箱内用两层牛皮纸、防潮纸或塑料薄膜衬垫,玻璃瓶外应有纸套、草套或气泡塑料外被。

(3) 放射性矿石和矿砂的包装:①放射性物品装入塑料袋或两层牛皮纸袋,包装封口应严密不漏,再装入坚固的木箱、木桶或塑料桶中。箱外用铁皮捆紧,箱板厚度>10 mm,每件净重不超过50 kg。②装入两层牛皮纸或塑料袋内,外套麻袋或厚塑料袋,袋口必须密缝,两角应扎结为抓手,每袋不超过30 kg。

(4) 运输包装等级:放射性物品虽有了包装,但是包

放射性物品包装等级

包装等级	外表面任意一点的最大剂量当量率H mSv/h(mrem/h	运输指数 TI
一级	H≤0.005(0.5)	TI=0
二级	0.005(0.5)<H≤0.5(50)	0<TI≤1
三级	0.5(50)<H≤2(200)	1<TI≤10

装材料对射线的屏蔽程度会因射线种类、强度的不同而异，放射性物品运输包装分为三级，各级包装容器的表面剂量当量率和运输指数值见表。

核工业对环境放射性污染防护

核工业中核燃料循环包括：采矿、冶炼、核素分离、元件加工、反应堆运行、燃料后处理等。以上各个环节都可向环境中排放含有放射性的废气、废水和固体废物。核工业从设计到运行，采取严格的安全措施和管理制度，可以保证人员安全和环境污染的程度被控制到最低限度。但核工业一旦发生事故，废物排放失控，则可导致严重的环境放射性污染。

在铀矿开采过程中，产生大量的固体废物，主要是低品位的尾矿石，其含铀量<0.1%。虽然多数尾矿石在生产过程中需要回填，但仍有相当数量堆放在露天，通过雨水、坑水冲刷，日晒风化随灰尘飞扬污染环境。矿井里的地下水、湿式凿岩水，通过尾矿坝的雨水等是铀矿废水的主要来源，由于排放量大，易通过河道灌溉农田造成对农作物和水产品的污染。铀矿山排入大气的氡及其短寿命子体尤为突出。在典型的铀矿山总排风口，氡浓度达到 $7.4Bq\cdot L^{-1}$，影响矿区及周围居民。

水冶厂是铀矿加工厂，铀化学浓缩最终生产 U_3O_8。矿石中所含镭的 99% 和铀的 1%—10% 仍留在尾矿砂中。所以尾矿砂堆是环境污染的辐射源，每克尾矿砂含有天然铀 5—500 μg，仍不断释出氡气，可污染厂区和周围环境。典型的水冶厂，每年排放的废水中约含铀 70.3 GBq；^{226}Ra 1.88GBq；^{230}Th 0.12TBq。而排出的氡（^{222}Rn）约为 2.10TBq。

核素分离使 ^{235}U 在天然铀中的浓度提高到 2%—4%，满足轻水堆燃料的要求。分离厂主要环境污染是化学物质所致，而放射性对环境污染较低。同样，元件加工时由 UF_6 转换为 UO_2，再加工成燃料元件，对环境的放射性污染也是比较低的。

反应堆是核电站的心脏，它利用核燃料裂变反应的能量发电，其冷却剂虽然是密封在回路内循环，但可能产生污染，其途径为：①燃料元件破裂泄漏的裂变产物。②冷却剂通过堆芯冲刷下被活化的不锈钢中的钴和锰。③溶于水中的活化物。④冷却剂的组分和杂质被中子激活形成的放射性核素如 ^3H。核电站在正常运行过程中排出的废气主要是惰性气体，排放量随堆型而异，其中 ^{85}Kr 和 ^{133}Xe 约为 8.8 $PBq[GW_{(e)}\cdot a]^{-1}$，而废水主要来自冷却系统，一般废水经过放置衰变、净化处理后向环境排放，主要核素为 ^{54}Mn、^{60}Co、^{90}Sr、^{137}Cs、^{144}Ce。每年平均排放量压水堆为 $180GBq[GW_{(e)}\cdot a]^{-1}$。

核燃料后处理厂将辐照过的燃料冷却 3—6 个月后进行后处理。其基本流程为元件切割、脱壳、酸溶、萃取回收，燃料中几乎全部是裂变产物、超铀元素，以各种废物形式进入环境。重水堆辐照后的元件每年气载放射性核素排放量 ^3H 为 7.4 PBq、^{85}Kr 为 14 PBq、^{129}I 和 ^{131}I 为 2.22GBq，而超铀元素为 0.13GBq。后处理厂排放的废液按级分别处理，高放射性废液中 ^{239}Pu 0.74PBq 经固化后罐内贮存，最后移至永久废物库处置，处理得当不污染环境。中等放射性水平废液经固化贮存或净化后排放。低放射性废液可以排入地面水域。每处理 1 t 燃料可产生 0.037 GBq 放射性物质进入环境中。1 t 燃烧后的元件中活化产物冷却（衰变）150 天产生 3.7 PBq 的总放射性，是影响环境的重要来源。在处理过程中，约 1% 的 ^{129}I 转入环境，而惰性气体 ^{85}Kr 几乎百分之百地释放到环境中。

反应堆事故是放射性对环境污染的重要原因。核电站事故起因主要为三方面：①燃料元件熔化。②主冷却系统破裂失水。③工作人员的失误操作。1957 年英国温茨凯尔（Windscale）1 号反应堆事故，共释放出 ^{131}I 0.74 PBq、^{137}Cs 2.22 TBq，污染区幼儿和成人的甲状腺剂量分别为 0.16 Gy 和 9.5 mGy。1979 年美国三里岛（Three Mile Island）2 号反应堆事故共释放出惰性气体 88.8—481 PBq，^{131}I 0.48—0.63 TBq，在 80 km 半径范围内 216 万公众的集体剂量当量为 33 man·Sv，约为天然本底照射量的 1%。1986 年苏联切尔诺贝利（Chernobyl）核电站发生了一起核电史上最严重的事故，造成大量放射性物质从厂区外逸，事故后 8 d 该电站附近测得的照射量率为 $3.87\times10^{-2}C\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$，估计这次事故向大气中排放了约 37 PBq 的放射性碘，整个事故中，考虑到放射性衰变，共释放活度为 740—814 PBq，撤离居民所接受的集体剂量当量为 1.6×10^4 man·Sv。受损的反应堆在比较长的一段时间内（8—10 d）释放出相当数量的放射性产物进入大气。环境污染情况很复杂，因活度水平、核素组成都受气象条件、排放高度、核素衰变等因素影响，差异很大。最初的放射性烟云在高空移动，离出事地点 5—10 km 处烟云的 γ 外照射量率为 $2.58\times10^{-4}C\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$。而地面污染区的放射性落下灰在苏联欧洲部分的总活度约为反应堆内裂变产物总活度的 3.5%。在污染的大气中总 β 气溶胶活度为 3.7×10^6—$3.7\times10^8Bq\cdot L^{-1}$。苏联境内几条主要河道和水库水中的放射性是：基辅水库水 ^{131}I 为 $1.11\times10^3Bq\cdot L^{-1}$，在事故最初几天，对 30 km 区内水体底部的沉积物中核素的浓度为 3.7×10^2—$3.7\times10^3Bq\cdot kg^{-1}$。由于草场受到污染，苏联许多加盟共和国在这个时期牛奶中 ^{131}I 的污染达 4×10^4—$4\times10^5Bq\cdot L^{-1}$，比规定标准高出几十甚至几百倍，可见环境污染波及面的广泛及严重程度。

从环境保护考虑，核电是相当清洁的能源，对公众附加的辐射剂量也是可以接受的，但核电站必须在严格的监视情况下运行。问题在于大事故发生的机率依然存在，因而对辐射防护和应急措施需引起社会各界的极大重视，切切不能麻痹大意。

工业品所致电离辐射防护

工业品产生的电离辐射包括：建筑材料中的放射性物质、磷肥及副产品所含的放射性、放射性发光钟表、某些电器和陶器、玻璃及天然气中所含的放射性物质等。

建筑材料 含有微量的天然放射性核素，包括^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K以及^{222}Rn，使建筑物内的γ辐射和放射性气体有所增加，是人类本底照射的一个重要来源。传统建筑材料中的放射性来自土壤、岩石和河沙。随着现代工业的发展，矿业资源的综合利用，生产出一批新型建筑材料，如磷酸盐工业副产品磷石膏、含煤灰的轻质水泥、掺有石煤渣的砖块等。经分析测定，石煤渣砖含^{226}Ra量每克为0.83 Bq，磷石膏含^{226}Ra量每克为0.38 Bq。当前使用含铀页岩制造的轻质水泥，含稀土矿渣制成的水泥可使建成的建筑物内γ照射量率比室外高2—3倍，在这类建筑物内居住，公众年吸收剂量可达0.5—5 mGy，使室内^{222}Rn浓度可高达0.4 WL(工作水平)，为自然本底的100倍。因此不能忽视建筑材料对公众照射量所起的作用。对含有高放射性建筑材料和某些放射性含量较高的产品，应通过鉴定和管理以限制其使用。

生产磷肥的磷矿石 含有天然铀，可能是核燃料未来开采的重要来源。世界范围内磷矿中^{238}U平均含量每克为3.7×10^{-2}—3.7 Bq。在磷酸盐工业生产中，天然铀被逐渐浓缩到磷酸、磷铵肥料中，而大部分^{226}Ra浓缩到磷石膏和磷矿渣中，制成的磷渣砖中^{226}Ra每克为0.15—0.18Bq，而磷渣水泥每克为0.08—0.11Bq。由于长期施用含铀磷肥可使该土壤的^{226}Ra比其它土壤高出2—3倍，生长作物如稻米中的铀含量每千克达4.8×10^{4} Bq，^{226}Ra达$0.23Bq\cdot kg^{-1}$，分别为正常对照本底值的20和6倍。经估算，使用化肥使人们受照剂量提高30%。对于高活性的磷肥及磷石膏和磷矿渣应限制其使用，并对各类产品建立出厂前的鉴定和管理，食用作物则应按食品放射性标准严加控制。

放射性发光钟表 是利用放射性物质的α射线或β射线的能量来激发磷光体(荧光物质)而发光。激发荧光物质，在工业发展的早期是使用镭，以后用^{90}Sr，为考虑安全，目前主要用^{147}Pm，也有用^{3}H的。这些核素β衰变能量较低，一般钟表的玻璃或有机盖能将软β吸收，使用者的安全可以得到保证。而航空、航海及夜间工作仪表表面的发光涂料量较多，其主要卫生问题是这些仪表表面涂料加工处理及描绘时，对工人所造成的内、外照射的危险。目前许多国家已对发光涂料掺入的放射性物质作出限量规定，以免由于使用和加工夜光仪表、钟表造成过多的照射。

电子仪器与仪表部件 电子仪器与仪表部件的放射性也可造成对人的照射。当电子受到高电压加速时，电子撞击到各种靶体上，产生各种不同能量的X射线，这类电子产品常用的有高压整流管、微波发射管、图形显象管、X线衍射仪、电子显微镜等。目前有些仪表广泛应用于各行各业及公共场所和家庭中，如静电消除器，带有^{210}Po放射源用于造纸、印刷、纤维织物、照相业除尘等；烟雾探测器，为火灾早期报警，广泛安装在工业、商业及公共建筑物中和家庭中，使用的核素主要为^{241}Am，正常使用时对公众主要是γ外照射。工农业应用的射线测厚仪、密度计、物位计、水分计是根据被测厚度选用不同的辐射源如^{241}Am、^{90}Sr、^{137}Cs等。以上各项的防护原则是：①在满足使用要求下，尽可能减少放射性物质的用量。②放射源应密封在一个包壳内，包装材料要求坚固、耐磨以防止放射性弥散。③产品表面不应有放射性污染。④产品必须有放射性标志。⑤严格采用登记和报废后回收制度，使用部门不得任意处置。

家用电视机 家用黑白电视机使用10—20 kV的高压。其电压和电流都比较小，因此产生X射线量很少，穿透力也低。彩色电视机电压增加到25 kV以上，电流较大，照射量率与能量都比黑白电视机大。电视机的高压整流管和分流稳压管都是X射线的发射源，但随着晶体管和固体电路的发展，电视机唯一产生射线的仅是显象管。有人对各种牌号、不同尺寸的彩电测定，其照射量率为$2.58-657.9\times10^{-10}C\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$，大多数电视机都没有超过国际放射防护委员会推荐的在显象管前5 cm处每小时$1.29\times10^{-7}C\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$的限值，仅有少数不合格的产品才会超过这一规定。近年有人报告在彩电机表面5 cm处平均照射量率每小时为$2.58\times10^{-8}C\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$。估计在一般观看距离内人体每年性腺剂量约为10 μGy。主要防护方法是观看距离应>1 m。

陶瓷及玻璃制品 铀的化合物常用于荧光玻璃器皿和荧光瓷质材料、各种颜色的釉料和瓷砖中。测得各种含铀器皿表面β、γ射线照射剂量每小时为5—200 μGy。在制造眼镜片的原料中掺有铀、钍等天然放射性物质，特别是生产高屈光率、低散射透镜加入了氧化钍，使用此类玻璃如每周接触20 h，每年眼睛部位的吸收剂量为0.18—0.44 Gy。还有一些染色镜也掺有钍盐。测得由α射线引起的眼睛角膜获得的剂量当量为100—300 μGy。许多国家对光学玻璃和陶瓷产品制定了专门的限制量，使产品中比活性限制每克在30 dpm(每分钟衰变数)以内。眼睛角膜剂量控制在每年5 mSv。

天然气 含有较高的放射性氡气(^{222}Rn)，由于天然气在管道内输送需要一定的时间，氡的半衰期较短，故降低了天然气中氡气的含量。一些调查表明，天然气中^{222}Rn含量为5.5×10^{-2}—$1.87\ Bq\cdot L^{-1}$，最高为$4.4\ Bq\cdot L^{-1}$。I座被天然气污染的住宅里，空气中氡作用于支气管上皮基底细胞的剂量当量每年约为0.2 mSv。燃料燃烧过程中的天然气可以应用自然通风或局部通风，有效地排除^{222}Rn的污染。

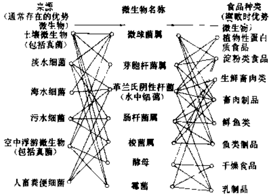
食品卫生

食品腐败变质的预防

食品的腐败变质是指在微生物、食物酶和其他因素的综合作用下，使食品营养成分、感官性状发生变化，从而降低或丧失其食用价值。例如鱼、肉、禽、蛋的腐臭，粮谷的霉变，蔬菜、水果的溃烂，油脂的酸败等。

食品变质的原因 食品变质是在畜禽宰杀或作物收获后的一段时间内，因其本身组织酶类进行的某些生化过程，如鱼、肉类的后熟、粮食水果的呼吸等引起的组成成分分解，当超过一定限度时即呈现腐败，组织溃破和细胞膜碎裂，为微生物广泛侵入与作用提供了良好条件。食品的营养组成配比、水分多少、pH值高低和渗透压的大小等都对食品中微生物增殖速度、菌相组成和优势菌种有重要影响。例如富含蛋白质的肉、鱼、禽、蛋等食品常以各种腐败菌为优势菌种，并以蛋白质腐败变质为其基本特征；粮谷等碳水化物类食品在细菌和酵母菌作用下，以产酸发酵为其基本特征；油脂等以脂肪为主的食品，一般不适于微生物繁殖，是由理化因素引起的酸败使pH值降低制约微生物，并影响其繁殖的重要结果。在一般食品中，细菌繁殖的pH值下限为4.5左右，乳酸杆菌属为3.3～4.0；霉菌和酵母菌最适pH值在6.0左右。通常酸性的食品（pH值4.5以下）常可抑制多种微生物，但有些耐酸微生物能分解食品中酸性物质，使pH值升高，从而为一般微生物增殖提供了条件，并引起食品的变化，促进食品腐败变质。食品中的水分含量是影响微生物增殖及食品腐败变质的重要因素。对微生物起作用的水分是指那些可供微生物利用的部分，亦即其水分活性，可用 $aw=p/p_0$ 表示，即微生物的作用物（食品、溶液或培养基）中水分的蒸汽压（p）与同样条件下纯水蒸汽压（p_0）之比。食品的aw值越小，越不利于微生物增殖。人们可利用水分活性调节剂（食盐、糖、有机酸、醇类等）降低aw值，以利于食品的防腐。此外，食品的状态和其中不稳定物质对腐败变质也可起到一定作用。

微生物和食品腐败变质的关系 在食品腐败变质过程中起重要作用的微生物，有细菌、酵母菌和霉菌。一般情况下，细菌常比酵母菌和霉菌占优势。现将食品中一些最常见的微生物及其来源、易被污染并引起腐败变质的食品，概括为下图。



食品腐败变质的预防

在食品腐败变质过程中，除食品本身和微生物外，气温、气湿、阳光（紫外线）和氧等环境因素有一定的影响。

食品腐败变质的鉴定指标 食品腐败变质的原因和条件复杂多变，因而食品成分分解的化学过程及其产物与食品表现的特征也变化不定。因此，目前要建立食品腐败变质的定量客观鉴定指标尚有一定难度。食品腐败变质的鉴定指标一般是以感官、物理、化学和微生物等四个方面确定的。对蛋白质类食品，目前仍以感官指标最为敏感可靠。由于蛋白质分解导致食品的硬度和弹性下降、组织失去原有的坚韧，以致产生外形和结构的特有变化。蛋白质分解产物有特殊的气味，目前尚不能用客观指标将其测定出来。蛋白质腐败的物理测定指标，主要是食品浸出物量，浸出液电导度、折光率、冰点下降、粘度上升、保水量与膨润量等。其中以肉浸液的粘度测定与感官鉴定符合率较高。关于鱼、肉蛋白质腐败鉴定的化学指标，主要根据其可能产生的分解产物，目前认为与食品腐败程度符合率较高的有：①挥发性总氮：指肉、鱼类样品水浸液在弱碱性条件下，能与水蒸气一起蒸馏出来的总氮量。②二甲胺与三甲胺，是鱼肉类腐败的特征性和含量增多的产物。③K值：是判定食品新鲜度的早期变化的酶分解

产物指标，特别适用于鉴定鱼类新鲜度。它根据ATP、ADP、AMP(磷酸腺苷)、IMP(肌苷酸)、HxR(肌苷)和Hx(次黄嘌呤)等顺序分解过程中终末产物多少来判定鱼体鲜度。即

$$K(\%)=\frac{HxR+Hx}{ATP+ADP+AMP+IMP+HxR+Hx}\times 100\%$$

$K\leqslant 20\%$　说明鱼体绝对新鲜

$K\leqslant 40\%$　鱼体开始有腐败迹象

脂肪酸败，是经水解与氧化，产生相应的分解产物形成的。如脂肪水解后分解成甘油、甘油二酯或甘油一酯以及相应脂肪酸；氧化后还可形成过氧化物，低分子脂酸与醇、酯、醛、酮等。其敏感的鉴定指标是碘价、酸价、凝固点(熔点)、比重、折光指数、皂化价等。此外，醛、酮和某些羧酸能使酸败的油脂带有特殊刺激臭气，即所谓"油哈喇"气味也是重要的鉴定指标。碳水化物的鉴定指标：食品中由于变质可发生如醇、醛、酮含量升高或产气(CO_2)等，使食物带有这些产物的特有气味。

由此可见，食品腐败变质后首先有使人难以接受的感官性质和营养价值严重降低；其次是因微生物污染，尤其是某些致病菌所引起的不良反应，甚至中毒等，因此必须预防食品的腐败变质。

食品保藏

食品保藏是为防止食品腐败变质，延长食品货架寿命，改善食品风味，调节地区和季节市销的品种，便于运输携带等目的而对食品进行加工处理的方法。常用的食品保藏方法有改变食品的温度、水分、氧离子浓度、渗透压及射线照射，添加杀菌剂、防腐剂等使微生物在食品中难以生长繁殖，以达到长期保藏的目的。

冷藏冷冻保藏　低温可以抑制食品中酶的活力和化学反应速度，降低或停止食品中微生物的增殖速度，对食品质量影响较少，是一种最常用的、效果较好的保藏方法。食品中绝大部分致病菌和腐败菌均为嗜中温菌，其生长繁殖最适温度为20—40℃，在10℃以下将大为减弱，低于0℃时，有些微生物虽能生长，但已不能分解蛋白质和脂肪，对碳水化物的发酵能力也较弱。使几种微生物增殖的低限温度如A型和B型肉毒梭菌为10℃，E型肉毒梭菌为3.3℃，沙门菌属和葡萄球菌为6.7℃，粪便污染指示菌类为－2—10℃。荧光假单胞菌、沙雷菌属、微球菌属与假丝酵母菌属等所占比例不大，在0℃时，也能受到一定程度的控制。酵母与霉菌耐冷性一般比细菌强，生长繁殖最适温度为25—30℃，少数菌种在0℃以下仍可生长繁殖，有的还可在－6—－10℃下缓慢生长。在－10℃以下能增殖的微生物有13种，其中细菌6种、酵母菌4种和霉菌3种。低温还可减弱食品中一切化学反应过程。在一般情况下，温度每下降10℃，化学反应速度可降低一半。低温虽不能将酶破坏，但可使其活力明显下降。低温下食品的主要变化为脂肪酸败，所以脂肪性食品在低温下的储藏期限，决定于脂肪的组成，特别是碳链长短和不饱和程度。解脂酶在－20℃以下才能基本停止活动。故一般情况下肉类4℃仅可存放数日，0℃可保存7—10天，－10℃以下即可保存数月。长期保藏肉类以－20℃较为安全，而富含不饱和脂肪酸的鱼类，则要求－25—－30℃方较可靠。为了增强冷藏效果，最好结合低温再采用避光、隔氧、防止污染并适当采用防腐剂和油脂抗氧化剂等综合措施。

食品冷冻冷藏方法很多。归纳起来冷冻方式为两种：一是致冷剂冻结：常用致冷剂有液氮、干冰或液体CO_2(沸点－78.5℃)冻结食品，食盐加冰(29:71)可使盐溶液温度降至－20℃。二是机械式冷冻法：商业上常见的方法有三种：①冷风冻结，即以－30℃的冷风吹向食品。②接触冻结，用冷媒降温后的铝板，紧贴食物上下移动，使食品降温冻结。③用一次冷媒或盐水为冷载体的二次冷媒致冷的机械冻结法。

食品冷冻冷藏前应尽量保持新鲜，减少污染，延长保存期，在任何情况下冰融化的水滴不能接触食品。使用有致冷剂的机械冷藏设备时，要防止致冷剂外溢和污染食品。长期冷藏时，应定期检查食品质量，特别着重脂肪酸败迹象及防止冷库出现异臭等。几种食品的适宜保藏温度与保藏期限见表1：

表1　几种食品的适宜冷藏条件与期限

食品名称	温度	湿度%	保藏期限
鲜肉	－1—1℃	60—85	10—20日
冻肉	－10—－18℃	96—100	数月
鲜鱼	0—1℃	95—98	1—2日
冻鱼	－9—－18℃	95—98	数月
鲜蛋	－2℃	85—88	数月
冰蛋	－10℃		数月
鲜奶	1—2℃	70—75	1—2日
马铃薯	4.4—10℃	85—90	
卷心菜	0℃	90—95	
洋葱	0℃	70—75	
杏	0℃	85—90	
硬果	0—2℃	65—70	

高温灭菌保藏　食品经高温处理后，将酶破坏和微生物杀灭，以防止食品腐败变质，以达到长期保藏。食品经高温处理后，尚需结合密封、真空或冷却等综合措施。

在一定温度和条件下，细菌死亡90%所需的时间，称为该菌在该温度下90%递减时间，简称D值或DRT值，以分钟计算，并以D_t℃表示。几种常见微生物的D值见表2。

表2 几种常见微生物的D值

微生物	D值
鼠伤寒沙门菌	D 55℃ = 10
枯草杆菌芽胞	D 100℃ = 20
大肠杆菌	D 60℃ = 5—30
酵母菌	D 50—60℃ = 10—15
金葡菌	D 63℃ = 7
肉毒杆菌芽胞(A、B型)	D 121℃ = 0.1—0.2
梭菌芽胞	D 100℃ = 500—800
霉菌	D 60℃ = 5—10

高温灭菌保藏多用于罐头食品，当酸性不高，肉类罐头杀菌时间可按12 D值确定，即理论上允许残留原有菌数的10^{-12}。其他食品则用3—4 D。

各种微生物对热的抵抗力虽然不同，但细菌与酵母的生长型和霉菌丝体在60℃经10—15 min，即可被杀死，个别耐热菌种也可超过100℃。细菌芽胞的耐热力有很大的差异，如梭菌芽胞在100℃需要520 min才能被杀死。一般酸度低(pH值4.5以上)、水分活性高($aw>0.85$)的肉鱼类罐头，以杀死A、B型肉毒梭菌芽胞为基本要求，其指示菌常采用嗜热脂肪芽胞梭菌。芽胞在中性环境比酸、碱性环境耐热。此外，同一温度下食品芽胞数量越多，完全杀灭所需的时间越长。例如120℃ 30 min，仍可残存马铃薯杆菌、枯草杆菌和产气芽胞杆菌的芽胞。

高温灭菌对食品的营养成分破坏较大，所以对鲜奶、果汁和酱油等食品常用低温杀菌法(巴氏消毒法)处理。这种方法只能杀死食品中的一切致病菌繁殖型微生物，不能完全灭菌；故对消毒后的封装、存放条件和存放期限都有严格的规定。巴氏消毒法有两种：一为63—66℃保温30 min的低温长时间巴氏消毒法；另一种为72—95℃保温15—30 s的高温瞬间巴氏消毒法，这两种方法的杀菌效果相同。近年来尚用超高温杀菌法对牛奶进行灭菌，以利于大工业生产和更好地保存营养成分，其温度为120—150℃，持续1—3 s。此法应严格保证杀菌温度和控制时间；杀菌后应立即降温，以利于保存较多的营养素。

近年来，尚应用微波加热。即用915、2415 MH_2的高频电磁波，使食品水分的每个分子随微波的超高频电场按相反方向改变双极子的方向。高频震动由分子摩擦而产生热，升温很快，加热均匀，可用于食品解冻、烹调、脱水等加热处理。

脱水保藏 脱水保藏是将食品中水分降至微生物生长繁殖所必要的含量以下。一般抑制细菌生长繁殖的食品水分为10%以下，酵母菌为20%以下，霉菌为13%—16%以下。如以水分活性(aw)表示，则在0.6以下，多数微生物即不易生长繁殖。为了达到保藏的目的，食品中水分含量需控制为：奶粉8%以下、全蛋粉10%—11%、面粉13%—15%、脱脂奶粉15%以下、豆类15%以下和脱水蔬菜14%—20%。

脱水保藏的期限受到一些因素影响，如环境相对湿度以70%左右为宜，过高则食品易于吸湿。霉菌还可使食品中结合水释放出来，有利于其他微生物繁殖。

为了使脱水的食品保存较多的营养素和取得较好的效果，脱水前进行漂烫，即用热水或蒸汽将食品加热到70℃ 1—3 min；或用0.13%亚硫酸或其盐类处理，通过所产生的SO_2将食品中的氧化酶破坏。食品脱水后应密封，或于容器充以惰性气体，或将食品压紧以减少与空气接触。脱水食品应存放在干燥阴暗处。

常用食品脱水的方法有日晒法、阴干法(干鱼、干菜)、滚筒加热或平面烫干法(奶粉、蛋粉)、隧道减压蒸干法以及冷冻减压干燥法等。这些方法都可以使食品中营养素遭到不同程度的破坏，尤以日晒和烫干法破坏最多。

盐腌与糖渍保藏 盐腌和糖渍保藏食品的原理是利用食品中加入食盐或糖使其基质呈高渗，引起微生物体脱水而死亡。高渗还可减少食品中含氧量并抑制酶的活性。①盐腌：当食品中加入食盐浓度达10%($aw=0.92$)即可抑制大多数腐败菌与致病菌的生长。但有些细菌尚能生存，例沙门菌和葡萄球菌等。盐腌只是一种抑菌手段，必须同时做好其他卫生条件。盐腌的食品原料必须新鲜；食盐要纯净，浓度要足够；食品内食盐含量未达到足够浓度之前，要保持在低温下存放并防止污染。盐腌时有一定数量的营养素，特别是水溶性维生素将随之流失。②糖渍：食品中加入大量食糖，其浓度为60%—70%时可构成抑菌的高渗状态，有一定的防腐保藏作用。但某些酵母菌、霉菌仍可在加糖的炼乳、蜜饯食品和果酱中生长，或自环境中吸收水分导致变质。

提高食品氢离子浓度保藏 当食品pH值达到4.5以下时，除少数酵母菌、霉菌和乳酸菌属等耐酸菌外，致病菌和绝大部分腐败菌都可被抑制或杀灭，常用以保藏蔬菜。方法有两种，一为酸渍，是向食品中加醋酸，如酸渍黄瓜、番茄。另一种是利用产酸菌如乳酸菌进行产酸发酵，如泡菜。

在同一pH值下，食用酸的抑菌能力强弱顺序为：乳酸>醋酸>苹果酸>柠檬酸。醋酸杀菌力较强，当浓度为1.7%—2%时，pH值相当于2.3—2.5，可抑制或杀灭绝大部分腐败菌；浓度为5%—6%可使大部分芽胞菌死亡；但有个别酵母菌或霉菌，甚至在10%醋酸中仍可继续生长。酸渍食品的变质都由酵母菌、霉菌和个别耐酸菌所引起。酸渍食品在生产保存过程中应密封断氧，并在−2℃以下存放。

酸发酵食品的质量主要决定于加工过程中的微生物相，即乳酸菌必须为食品的优势菌。为此，应保持环境和容器的清洁，减少污染，保持容器密闭和0.6%以上的酸度，创造厌氧酸性条件，以利于乳酸菌繁殖和抑制其他细菌。酸发酵还可杀灭蔬菜中的致病菌和寄生虫卵。

水溶性维生素在酸渍过程中可溶入汁液而部分流失。

辐照保藏 是用γ射线对食品进行照射而达到保藏的目的。辐照源多用^{60}Co，较少应用^{137}Cs. 也有使用电子加速器，其辐射能量在 10 MeV以内进行照射处理的。食品辐照具有：杀菌、杀虫、抑芽、改性（如促柿减涩、早熟）等作用。辐照工艺的优点是经处理的食品，温度上升不超过 10℃，可以减少营养素的损失，抑制或杀灭微生物，因而有冷灭菌之称。此外，辐照处理还有带包装和成批处理的优点，工艺极为方便。辐照剂量过去用rad（拉德），现改用Gy（Gray，戈瑞）表示。它相当于 1 kg被辐照物吸收 1 J（焦耳）的能量。

辐照剂量，国际原子能机构（IAEA）统一规定为三种：①辐照灭菌：即用高剂量杀灭食品中一切微生物。②辐照消毒：系用适当的中等剂量消除其致病菌。③辐照防腐，主要为消除腐败菌。随着辐照剂量的增加，微生物存活率下降，如以So和S分别表示用剂量D辐照前后的活菌数，k为各种微生物的常数，则其关系可用对数表示为：$\log S/S_o = -kD$。式中D表示杀灭食品中微生物的 90%所需的辐照剂量。几种与食品关系密切的微生物的D值如表 3。杀灭抵抗力最强的A型肉毒梭菌约需 48 kGy，病毒的抵抗力更强，需 100 kGy。灭活食品中的酶，要比杀死微生物剂量高 5—10 倍，甚至 20 倍。

表 3 杀灭几种微生物的辐照剂量

微生物	基质	D值（kGy）
A型肉毒梭菌	食品	4.0
B型肉毒梭菌	缓冲液	3.3
产气芽胞杆菌	缓冲液	3.1
韦氏杆菌	肉	2.1—2.4
E型肉毒梭菌	肉汁	2.0
枯草杆菌	缓冲液	2.0—2.5
鼠伤寒沙门菌	冰蛋	0.7
米曲霉	缓冲液	0.43
鼠伤寒沙门菌	缓冲液（有D_2）	0.2
大肠杆菌	肉汁	0.2
假单胞菌族	缓冲液（有D_2）	0.04

影响辐照杀菌的其他因素，除pH影响不大外，其他方面大致与高温灭菌者同。

辐照食品的营养素损失与其他保藏方法类似。食品经 10—20 kGy辐照，可发生感官性质改变，如出现不快气味，肉呈砖红色等，但用小剂量，或在冻结或加入抗氧化剂时可使上述变化减缓或避免发生。

充气保藏 是改变食品贮存环境中气体组成达到杀菌、抑菌或减缓食品变化过程的工艺处理，简称CA保藏。常用的气体为O_2、N_2和CO_2。如对苹果与梨将环境中O_2与CO_2的比例分别调节至3%:3%和5%:4%时，可比单用冷藏的保存期延长1倍，达4—6个月。食品如用不透气薄膜袋包装，充填N_2或CO_2或在气体置换时并用脱氧剂（如活性氧化铁）包装，可有效地防霉、保色、防脂防氧化，称为充气包装。此法已广泛应用于蔬菜、水果、茶叶、奶粉、干酪、火腿、香肠、花生、点心及一些生鲜食品等的保存。

食品包装材料、容器、设备及其卫生

食品在生产、加工、储存、运输等过程中，要接触各种容器、设备或包装材料，其中某些成分可能会移行到食品中造成化学性污染，影响人的健康。

食品容器、包装材料的卫生 根据食品容器、包装材料的特点，可分为三类：①表面不光洁，质地疏松，渗水性强，易被微生物污染的竹、木、纸、布等传统材料制品。②质地坚硬、表面光洁、不渗水，但其某些成分可以溶出并进入盛装的食品中的金属或含有金属氧化物的搪瓷、陶瓷等材料制品。③分子量大，难溶解，化学性质稳定，毒性很小的塑料、合成橡胶、化学纤维等制品。惟这类制品在生产工艺中，还残留有未参与聚合的游离单体、低聚合度化合物、添加剂残留及低分子的降解产物等。目前，这些低分子化合物的毒性及其向食品移行的可能性及其作用是研究的重点。

塑料食品容器的卫生 一般将分子量>10 000 的物质叫做高分子化合物，其中有可塑性的称为树脂（resin）。塑料是树脂加入添加剂后的总称，但也有不加任何添加剂的塑料。塑料可以加工制成食品容器或包装用薄膜。常用的塑料有：①聚乙烯和聚丙烯：均属烯烃类的长直链烷烃，多制作为塑料桶或食品袋，化学性质稳定，毒性极低，即使在制品中有游离的单体存在，也不予限量。但在制造工艺中因聚合度不同，其低聚合度的分子易溶于油脂，并带有蜡味，故不宜盛装油脂。这类树脂在聚合过程中很少使用添加剂，但对色素则要求于强烈涂擦时不退色。这类塑料的再生制品，因回收来源很乱，不易清除原容器上的异物，还往往加入深色色素以掩盖，故不宜盛装食品。②聚苯乙烯：是苯乙烯的聚合物，为无色透明、有脆性、无弹性，多用作食品盒及小餐具，也有加工成发泡的聚苯乙烯纸。ABS塑料为苯乙烯、丙烯腈和丁二烯的共聚物，可以加工为食品工业的工程塑料，具有质硬、耐冲击和不易受浸蚀的特点。聚苯乙烯常有挥发性的低分子化合物如苯乙烯单体、乙苯、异丙苯和甲苯等。苯乙烯单体对大鼠的经口LD_{50}为 5 g/kg，最大无作用剂量为 133 mg/kg，美国食品药品管理局（FDA）规定苯乙烯单体的含量应<1%，英国和荷兰规定<0.5%。③聚氯乙烯：是氯乙烯的聚合制品，为塑料工业中产量最大的品种，也大量用来制作食品容器。此种塑料的分子中有氯，在高温条件下可能分解出来形成盐酸，故纯聚氯乙烯较脆，热塑成型时需要加入稳定剂以防热解。聚氯乙烯与低分子化合物的相溶性很大，故在热塑时可加入多种辅助原料和添加剂。辅助原料的增塑剂多用油状的邻苯二甲

酸二丁酯或二辛酯,其用量一般为30%—40%,多的可达60%。聚氯乙烯本身无毒,但其单体在肝中可形成氧化氯乙烯,有强烈的烷化作用,故对人有致癌和致畸作用。国产聚氯乙烯树脂中单体含量已<3%,成型物中<1%。最近再进一步提高质量,已容许用作包装食品。聚氯乙烯的添加剂中,主为稳定剂(如三盐基硫酸铅、二盐基硫酸铅、硬脂酸的铅盐、钡盐、锌盐和镉盐等)、增塑剂(要求为水溶性物,使不易蓄积在脂肪组织,故多用二丁酯和二辛酯于食品容器塑料。此外,磷酸二苯一辛酯能耐低温,可用于冷藏食品的包装容器),抗氧化剂、抗紫外线剂、抗静电剂及色素等上千种。这种塑料用于食品包装容器时,需对其添加剂分别进行经口毒性实验检查。④脲醛和三聚氰胺甲醛塑料:这两种塑料由尿素和三聚氰胺分别与甲醛聚合而成,前者叫电玉,后者叫密胺。其质地坚硬美观,是一种耐高温的热固塑料。鉴于甲醛是细胞原浆毒,故制成品中以甲醛的溶出量检查为合格与否的卫生指标。⑤尼隆:为聚酰胺树脂,特点是硬度大、韧性强、耐酸碱、便于机械加工。因价格较贵,仅用作食品机械部件。⑥玻璃纸:为天然纤维素的衍生物,特点是无臭、无味、无毒、透明度好、表面不吸尘、易印刷,但有亲水性,除不宜包装水分多的食品外,广泛用于食品包装。

几种常用塑料的卫生标准 塑料卫生标准中主要用溶出试验。常用是浸泡液为3%—4%乙酸(模拟食醋),有时也用蒸馏水、乳酸、乙醇、碳酸氢钠、蔗糖等水溶液为溶剂。浸泡液用量按面积2 ml/cm²计算。其卫生标准见表1。

表1 几种常用塑料的卫生标准

浸出方法	塑料种类(mg/L)			
	聚乙烯	聚丙烯	聚苯乙烯	三聚腈胺
4%醋酸浸泡蒸发残留物	≤30	30	30	
蒸馏水浸泡蒸发残留物				10
65%乙醇浸泡蒸发残留物	≤30		30	
正己烷浸泡蒸发残留物	≤60	30		
水溶液中高锰酸钾消耗量	≤10	10	10	
重金属	<1	<1	<1	<1

陶瓷食品容器和包装纸的卫生 陶瓷是用粘土、长石、石英等无机物混合后烧结而成素烧胎,涂上釉药再烧结,最后用铅、镉、锑、钡、铬等金属的氧化物硅酸盐、铅盐等彩料烧结。瓷釉中加入铅盐可以降低釉药熔点,便于烧结,但铅盐易移行入食品。以含铅釉药的陶瓷盛装醋、果汁、酒等食品,常因铅大量溶出而致中毒。故国内陶瓷卫生标准中规定4%乙酸浸出液铅、镉溶出量分别低于7和0.5 mg/L。

搪瓷与陶瓷类似,卫生措施主要是防止釉药中铅、镉、锑等金属移行入食品。

包装纸的卫生问题是生产中不宜加入荧光增白剂、防止再生纸对食品的细菌污染及回收废品纸被化学物质污染。浸蜡包装纸的石蜡要控制其多环芳烃的含量。彩色包装纸的油墨中的色素,也应制定卫生标准。

铝制食品容器的卫生 铝制食品容器的卫生主要为杂质金属和回收铝中的杂质。一般禁用回收铝制作食品容器、餐具。铝制食品容器卫生标准中主要为溶出物限量,如锌<1 mg/L(精铝中<0.2 mg/L,回收铝<5 mg/L)、镉<0.02 mg/L、砷<0.04 mg/L等。

近年来对铝制食品容器的溶出毒性问题,尚存在一些争议。

橡胶制品食品容器的卫生 有以下几点.

(1) 橡胶制品及其单体的毒性:天然橡胶是长直链的高分子化合物,不为酶所分解,故是无毒的。但在生产不同用途的橡胶产品中常需加入各种添加剂,从而带来一些卫生问题。

合成橡胶多由二烯结构的单体聚合而成,常加入硫化促进剂、防老剂、填充剂等多种添加剂,并残留有未聚合的单体。故橡胶制品的卫生问题是单体和添加剂两个方面。在各种合成橡胶中,丁腈橡胶的毒性较强,大鼠经口LD_{50}为78—83 mg/kg,能引起出血和致畸。美国将其溶出量限制在0.03 mg/kg以内。

表2 几种橡胶添加剂的每日容许摄入量

	MNL (2年mg/kg)	ADI (mg/kg)	注
过氧化苯甲酚		4—40	
二硫化四甲基秋蓝姆(TMTD)	48	0—0.025	
二甲基二硫代氨基甲酸锌	250	0—0.125	根据90天试验安全系数为500
α-巯基苯并噻唑(促进剂M)	120	0.005	
2,6-二叔丁基-4-甲基酚(BHD)	1.660	0—0.5	
烷基与芳基酸代苯酚	250	0.05	

注:MNL为最大无作用剂量 ADI为每天每公斤体重允许摄入毫克数

(2) 橡胶的添加剂:①硫化促进剂:它能提高橡胶的硬度、耐热性和耐浸泡性。无机的硫化促进剂如氧化锌、氧化镁、氧化钙等当用量少时安全,但氧化铅禁用于做食具用的橡胶制品。②防老化剂:可增强橡胶对热的稳定性、耐酸性、耐臭氧性及耐曲龟裂性等。食具用橡胶制品主要在限制游离酚的条件下使用酚类抗老化剂,而不用D-苯基β-萘胺、β-萘胺联苯胺、间甲苯二胺、乙烯双磷氯苯胺、乙撑硫脲等。③填充料:白的为高纯度的氧化锌,黑的为炭黑。炭黑在生产中因能形成苯并(a)芘,故应予限量。如法国、意大利规定为<0.01%,联邦德国为

<0.15%。

目前已规定每日容许摄入量的几种橡胶添加剂的卫生标准见表2。

食品用涂料的卫生 食品用容器、餐具、设备的涂料，如罐头内壁的环氧树脂涂料、大池涂料等，因其稳定性高、可以降低溶出物移行入食品的可能性，故而广泛应用。

涂料成分是成膜物质。当溶剂挥发后即成膜涂料：有过氯乙烯酒槽漆，因有少量移行入盛装的食品（如酒）中，从而留下一个隐患。高温液化涂覆、降温后成膜涂料：其代表是沥青，多用于啤酒发酵池、罐。因沥青中含有少量苯并(a)芘及低分子毒物，故为应取代的淘汰品种。加固化剂交联成膜涂料：主要代表是环氧树脂，它是双酚A和环氧氯丙烷聚合成的中等分子量的树脂，其毒性主要是树脂中游离的单体环氧氯丙烷和未聚合反应的固化剂。为了降低毒性，国内使用了缩合到一定分子量的聚酰胺固化剂的环氧树脂贮槽涂料。氧化成膜树脂：是以干性油为主的涂料，这种涂料不耐浸泡，故不宜盛装液体食品。目前红丹防锈漆为干性油加入70%的氧化铅，因可溶出铅，不能用来盛装食品。加热熔合的高分子乳液涂料：如高温下聚四氟乙烯熔融成膜，可耐280℃高温，只要求涂膜过程中聚合充分即可。

粮食及其卫生

粮食是供给人体营养素，尤其是热能的重要来源。居民膳食的热能（60%—70%）、蛋白质（40%—50%）和相当量的B族维生素及无机盐都由粮食供给。

谷粒构造和营养成分 粮谷最外层是种皮，其内皮是谷皮和一层多角形细胞构成的糊粉层，里面是占谷粒绝大部分的胚乳，一端尚有胚芽。

谷皮主要由纤维素和半纤维素等组成，含有多量无机盐；糊粉层含有较多蛋白质、脂肪和维生素；胚乳则含有大量淀粉、蛋白质，少量脂肪、无机盐和纤维素。胚乳中氮含量约占全谷总量70%，但其相对含量不如糊粉层和胚芽多。谷皮和胚芽中有极丰富的B族维生素和维生素E、蛋白质、脂肪、碳水化物、各种无机盐和酶，其中重要的有α-、β-麦芽淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶和植酸酶等。

由于种类、品种、加工方法，种植地区与生长条件不同，其营养成分有很大差异。谷类含水分约11%—14%；水分对酶活性、微生物及仓库虫害等都有很大影响。

粮谷蛋白质含量：小麦9%—12%、玉米6%—9%、稻米6%—8%、高粱5%—9%。蛋白质的生物价稻米为76、大麦67、小麦52、玉米60、小米56。蛋白质的组成，以稻米和小麦为例，前者主要是谷蛋白、球蛋白、白蛋白和醇溶蛋白。一般粮谷蛋白质的必需氨基酸中，赖氨酸，苯丙氨酸、蛋氨酸均较低。其中以小米、面粉的赖氨酸含量最少，而薯类如甘薯及马铃薯则较丰富。因此，适当的搭配混合食用，通过蛋白质互补作用，使其利用率提高。

粮谷脂肪含量为1%—3%，主要存在于糊粉层及胚芽部，其中除甘油三酯外，尚含有少量植物固醇和卵磷脂。稻米的脂肪酸组成为：油酸45%和亚麻油酸33%，均属不饱和脂肪酸。另有软脂酸18%，其余为豆蔻酸、硬脂酸等。米糠油含有植物固醇，有防止动脉硬化作用，但米糠油酸败迅速，新鲜米糠油放置6 h，含游离脂肪酸为12.5%，一个月后因解脂酶作用增至62.2%。此酶加热至93℃，即被破坏。小麦的脂肪酸组成中84%为不饱和脂肪酸，其中有亚麻油酸52%和油酸20%。其余16%饱和脂肪酸大部分为软脂酸。

粮谷中的碳水化物主要是淀粉，平均占70%以上。此外有糊精、戊聚糖、葡萄糖、果糖等。整粒小麦的碳水化物约93%可被利用，稻米则为95%，为热能的经济来源。谷类的淀粉有直链淀粉和支链淀粉两种，其含量随谷类品种而异，支链淀粉较粘稠，如小麦和糯米的含量较多。

粮谷无机盐含量为1.5%—3.0%，大部集中于谷皮和糊粉层中。磷、钙中有一部分形成植酸钙镁盐，几乎不能被身体吸收利用。各种谷类铁含量不等，稻米约为16—30 mg/kg。谷类尚有一些微量元素如镁、锰、锌、铜、钼、钴、硒、氟、碘等。

粮谷中所含的B族维生素大部分存在于胚芽和谷皮部分，其中硫胺素为3—5mg/kg、核黄素0.6—1mg/kg，尼克酸55mg/kg。此外还含有泛酸、吡哆醇、生育酚等。

加工和烹调对营养成分的影响 粮谷类加工可改善感官性质，有利于消化吸收。过分碾磨时，这些营养素将大部丧失。长期食用精白米面不仅会引起维生素B_1缺乏，且造成粮食浪费。但加工过分粗糙则感官性状不佳，消化吸收率低，甚至影响同时食用的其他食物成分的吸收和利用。故粮谷加工的程度，宜保持其最好的消化吸收率与感官性状，并最大限度地保存营养成分。国内标准米、面即根据这一原则加工，保留了部分糊粉层和胚芽，维生素和无机盐含量较精白米、面多，但消化率稍低。

烹调可使食品具有良好的感官性状，杀灭其中的微生物，易于消化吸收。但烹调也可破坏部分营养素，如稻米淘洗后约可损失硫胺素20%—60%、核黄素和尼克酸23%—25%、无机盐70%、蛋白质15%、脂肪42%和碳水化物2.0%等。搓洗次数愈多，淘米前后浸泡时间愈长，用水温度愈高，则各种营养素的损失愈多。烹煮时，由于温度作用可使硫胺素损失17%，尼克酸损失2%左右。烹煮方法不当，如加碱时损失严重。我国有的地区习惯用捞米蒸饭的烹调法，使营养素流失量更大。

贮存时营养成分的变化 粮谷在贮存期间随外界条件变化其理化性质也随之改变。新粮中酶活力强。在酶作用下，一部分淀粉可被水解为麦芽糖和糊精，故饭粒较粘稠。粮谷在贮存期间，还原糖量有所增加，当粮谷水分升高，可促使其继续氧化为CO_2和H_2O，再加上酵母菌作用可产生醇及醋酸而使粮谷有“酸味”。此外因粮谷或

微生物蛋白酶、脂肪酶的作用，使蛋白质和脂肪分解为氨基酸、脂肪酸及甘油。特别是在高温条件下，这一过程尤为严重。维生素保存与粮谷中水分含量有关，水分高时B族维生素损失多，带谷壳贮存时损失较少。

杂粮　米、麦以外的粮谷类，统称杂粮。国内某些地区作为主粮，其主要品种有：

（1）高粱：高粱有黄、红、黑、白等不同品种，其蛋白质含量均为6%—8%左右。高粱中赖氨酸和苏氨酸含量较低。蛋白质生物价为56。脂肪及铁均比稻米多。高粱中淀粉约占60%，但外壳及淀粉细胞膜较硬，不易破碎和糊化，虽经煮熟亦不似其他谷类淀粉易于消化吸收。

（2）玉米：玉米含蛋白质8%—10%，以色氨酸和赖氨酸含量较少，苏氨酸和含硫氨基酸较米为多。蛋白质的生物价为69，但如与大豆粉或高粱混食时，其生物价可提高到75—76。玉米胚芽中油脂含量较丰富，约4.0%，其中含油酸为45.4%、亚麻油酸4.0%、软脂酸7.7%、硬脂酸3.5%。玉米胚芽油含卵磷脂1.5%、维生素E 0.1%，与大豆油相似。黄色玉米尚含有一定量胡萝卜素。

（3）小米：有粳、糯两种，含蛋白质10%左右。其色氨酸含量较一般谷类多，其蛋白质生物价为57。脂肪和铁的含量均较大米高。小米含硫胺素0.3 mg%—0.7 mg%，核黄素含量也很丰富，尚含有少量胡萝卜素。

（4）甘薯：鲜甘薯含水分69%、蛋白质1.9%；氨基酸的组成与大米相似。蛋白质的生物价为72，与大米接近。甘薯中的碳水化物约占28%，大部分为淀粉，约占20%，其他碳水化物占4%左右，包括蔗糖、戊聚糖、糊精、麦芽糖、甘露糖醇、肌醇等，故有一定甜味。鲜甘薯中的胡萝卜素、抗坏血酸以及钙的含量均较大米为高。

粮食卫生　粮粒收获入仓后，仍保持生命活力，即有呼吸、后熟、生芽、陈化等代谢作用。影响粮食质量变化的主要因素是温度、水分、氧气、地理位置和仓库结构，粮堆的物理、化学和生物特性，尚有微生物、仓虫、螨类、鼠类、雀类等。粮谷表面常污染有真菌、细菌、酵母菌等。有些真菌可产生毒素，引起人、畜真菌毒素中毒。在"发热"的粮食中，有时可以找到蜡样芽胞杆菌和普通变形杆菌，有时也可发现放线菌污染。侵袭粮谷的仓虫种类很多，已发现有300多种，国内多见者有50多种，如甲虫类的大谷盗、米象、谷蠹、黑粉虫等。粮谷在加工过程中，如不遵守操作规程，可混入石块、金属物等。不同生物均各自在某一温度范围内生长繁殖，故控制空气温度和粮粒本身温度是长期安全储藏的决定因素。一般认为大部分贮粮霉菌在0℃以下不能生长，螨类在5℃以下不能蔓延，仓虫在15℃以下不能繁殖。粮食水分含量在13%以下，可控制大部分微生物与螨生长，10%以下可限制大部分仓虫危害。粮粒的吸湿性和吸附性对卫生品质的影响很大，粮仓应适时开闭门窗或粮谷摊晾、出晒等。粮食贮存场所不能同时存放有异味物质，否则影响食用价值。粮库中发现仓虫，应及时用药物熏蒸或其他方法处理。常用的熏蒸药物有敌百虫、氯化苦、溴甲烷、磷化氢、环氧乙烷等。

有毒杂草种子，常于收割时混入原粮，如加工前未予清除，即可存在于粮食中。常见者有麦仙翁籽、槐籽，其果实中含有多种生物碱；毛果洋茉莉籽，含有生物碱；曼陀罗籽，是茄科1年生草本植物曼陀罗的种子；毒麦，是禾本科1年野生恶性杂草的种子。为了预防有害植物种子夹杂于粮食中，应在田间生长时采用除莠剂除去。常用除莠剂有：敌草隆、灭草隆、除草醚，2,4-滴和百草枯等。收割时如原粮中夹杂有这类有害植物种子，可用一定的风力或筛子加以去除。

豆类及其卫生

豆类的品种很多，有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、豇豆、赤豆、芸豆等。按豆类的营养成分含量，可分成两大类：一类是大豆，含蛋白质约35%—40%、脂肪15%—20%及碳水化物20%—30%；另一类含有较高的碳水化物，约55%—65%，蛋白质20%—30%和<5%的脂肪。所有豆类蛋白质的氨基酸组成均较好，尤其是大豆蛋白质为植物性优质蛋白质，含有丰富的赖氨酸，但含硫氨基酸不足（表1），故为谷类理想的蛋白质；大豆油脂中的不饱和脂肪酸高达85%，其中亚油酸达50%以上，还含有约1.64%的磷脂；天然抗氧化力较强。大豆中钙、磷、铁和硫胺素、核黄素的含量在植物性食品中也比较高（表2、3）。其他豆类除上述三大营养素有差别外，其他营养素近似大豆，是植物性食品中营养价值较高者。

影响豆类营养成分利用的因素：

（1）豆类含有能抑制胰蛋白酶、糜蛋白酶、胃蛋白酶等13种蛋白酶的物质，统称蛋白酶抑制剂或称抗胰蛋白酶因素，它可抑制动物增重，使PER（指每克蛋白质增加体重的克数）值减少，胰腺肥大。因而食用前必需加热使其破坏。一般常压蒸汽加热30 min，或1 kg压力蒸汽加热15—20 min即可；也可将大豆用水泡至含水量为60%时，再水蒸5 min。

（2）含有1%—3%的皂甙类，对红细胞有溶血作用。

（3）含有植物红细胞凝结素，不但使红细胞的作用消失，并影响动物生长。

（4）含有木苏糖与棉籽糖等寡聚糖，不能被消化酶消化，但可被肠道微生物发酵产气，故为胀气因素。

（5）含有黄酮类，具有雌激素作用，并有抗氧化、抗溶血及抗真菌、抗细菌等作用。

（6）含有一定量的植酸，可与锌、钙、镁、铁等元素螯合，影响其吸收利用。

（7）大豆及其制品有豆腥味，它是由乙醛、丙酮和正已酸酐、苯甲醛和儿茶醛；醋酸、丙酸、正戊酸、氨、甲胺、哌啶、甲醇、乙醇、α-戊醇、正己醇、丁香酸、香草酸、香豆酸、羟基苯酸等组成。

上述这些成分，有的在加工过程中可以去除，有的加

热处理时可以减少或消失。因此，要注意豆及豆制品的加工方法。

表1 各种豆类的氨基酸含量(mg/100 g)

	大豆	芸豆	蚕豆	豌豆	扁豆	豇豆	绿豆
缬氨酸	1.800	1.902	1.376	1.075	1.172	1.142	1.110
苏氨酸	1.645	999	1.268	905	957	798	784
亮氨酸	3.631	1.927	2.399	1.829	1.900	1.770	1.818
异亮氨酸	1.607	886	1.060	796	881	968	775
蛋氨酸	400	200	174	164	143	225	242
苯丙氨酸	1.800	1.057	1.218	1.114	1.116	1.107	1.179
色氨酸	462	175	211	142	151	177	205
赖氨酸	2.293	1.763	1.996	1.352	1.823	1.201	1.488

表2 大豆中的无机盐含量

无机盐	%	无机盐	%
钾	1.67	氯	0.024
钠	0.343	铁	0.009 7
钙	0.275	铜	0.001 2
镁	0.223	锰	0.002 8
磷	0.659	锌	0.002 2
硫	0.406		

表3 大豆及其制品不同加工方法的蛋白质消化率

大豆制品	消化率(%)
煮　豆	65.3
炒　豆	65.3
豆　腐	92.7
豆腐皮	92.6
豆腐渣	78.8

豆腐的消化率高，是由于制备过程中大豆经过水泡、磨碎、加热等步骤，使坚硬的组织破坏，除去了不消化的物质，抗胰蛋白酶等因素也因受热破坏之故。

豆制品及其卫生

豆制品是以豆类为原料加工而成的食品，如大豆、赤豆、绿豆、蚕豆制品等，其中以大豆制品为著。大豆作为主食(窝窝头)或副食(豆腐、豆浆等)的习惯，使它成为膳食中蛋白质的重要来源。豆酱和酱油等发酵食品也是人们日常膳食中的佐料。由于大豆含有蛋白质(40%)、脂肪(18%)、碳水化物(17%)和一定量的维生素和无机盐，营养价值很高。近年来，美、日等国家利用大豆蛋白质制成具有与禽畜肉相似味感食品，可以预防因食用畜肉过多引起肥胖症和心血管疾病。

大豆制品　有以下几种。

(1) 豆粉：是将大豆经烘烤和粉碎制成。消化率和营养价值高，可掺合于粮谷类食品或作为糕点的原料。

(2) 豆芽：是将大豆(或绿豆)放置在避光条件下使其发芽的一种食品。富含维生素C和游离氨基酸，其维生素C含量 170—200 mg/kg；芽短者更高，可达 300 mg/kg以上。

(3) 豆腐：是先将大豆或冷榨黄豆片泡胀，磨浆、过滤，煮沸，再凝固的制品。还可再加工成百页、油豆腐、豆腐干等多种豆制品。一般嫩豆腐中蛋白质约 5%、老豆腐为 7%—10%，豆腐干为 14%—20%，而油豆腐和百页则分别高达 20%—29%和 20%—35%。

由于豆腐含水量高、营养好，微生物极易繁殖，极易引起酸败。所以生产中要讲究卫生，并在保质期限内使用。

(4) 豆浆：制作时大豆与水的比例应为 1∶7—9。营养成分与蛋白质含量不亚于鲜乳，铁的含量超过鲜乳。因脂肪和碳水化物含量较少，故热量较鲜奶低。此外，钙、维生素B_2、维生素D也比鲜奶少。不含维生素A。营养成分见表1。

(5) 其他豆制品：如豆腐乳、豆豉、豆酱、酱油等都是以大豆为原料，经发酵加工制成的佐餐食品。但生产及食用时要注意卫生，防止细菌和霉菌污染。其营养成分见表2。

脱脂大豆制品　大豆含 20%左右的油脂，出油率根据加工方法不同而异，目前多采用溶剂浸渍法，出油率为17%—18%。脱脂的大豆是食品工业的原料，可用作酿造调味品或一般食品。

(1) 豆浆粉：是用水充分浸出脱脂大豆粉的可溶性成分，经过滤再减压浓缩至干物质量接近 15%，再用高压喷雾制成含水分为2%—3%的豆浆粉。豆浆粉含蛋白质

表1 每100克豆浆、人乳和牛奶营养素含量比较

食物名称	水分(g)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量(kJ)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	维生素A(IU)	维生素B_1(mg)	维生素B_2(mg)	维生素C(mg)
牛奶	87	3.1	3.5	6	280	120	90	0.1	140	0.04	0.13	1
人奶	83	1.5	3.7	0.4	271	34	15	0.1	25	0.01	0.04	6
豆浆	92	4.4	1.8	2	175	25	45	2.5		0.03	0.01	0

表2 每100克豆制品所含营养成分

食物名称	水分(g)	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化物(g)	热量(kJ)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	维生素B_1(mg)	维生素B_2(mg)
豆腐乳	56	14.6	5.7	5	2 228	167	200	12	0.04	0.16
豆豉	26	19.5	6.9	25	4 193	130	183	4.2	0.07	0.34
豆酱	39	20.9	11.2	2	3 352	245	174	16.1	0.05	0.78
酱油	66.9	2	0	17.2	1 342	97	31	50	0.01	0.13

60%—70%，其余多为碳水化物，主要用来代替脱脂乳粉及作为烘烤点心的原料。豆浆粉溶于水中剧烈搅拌可以发泡，因而可以作为点心的发泡剂。

(2) 浓缩大豆蛋白：用豆粕粉为原料，以50%—70%乙醇浸泡或水蒸气加热使蛋白质变性，或用pH值4.5的酸性水浸渍，再将可溶性物质分离制成。其蛋白质含量高达70%。除了用于加工点心、面包外，也可用于肉制品。

(3) 大豆蛋白凝胶：是大豆蛋白质水溶液凝固沉淀而成。其成分含水量约81%—83%，蛋白质11.5%—12.5%，碳水化物4.5%—5.5%。可用于鱼肉制品、炸鱼糕、鱼肉香肠等水产食品。但因含水分较高，易致腐败变质，故必须冷藏。如产生冻结，则会使制品质量变性。

(4) 分离大豆蛋白：是先用水或碱液从低温脱脂大豆中萃取可溶物，然后脱水、干燥而成。其成品率为原料的30%—35%。产品含蛋白质90%—95%。可用作糖浆的起泡剂，香肠中脂肪分离防止剂，或与植物油、乳化剂、稳定剂混合，用于加工稀奶油代用品时的辅助剂及加工点心。蛋白质含量高，故用作食品的蛋白质强化或部分地替换蛋白质食品。近年来有用其作为人造肉的主要原料者。

(5) 大豆蛋白冻胶：分离大豆蛋白粉在含水状态下加热可粘结，其pH值为中性或微碱性时，可形成具有弹性的冻胶状物。因此，中和后的含水大豆蛋白单独加热时，可显示凝结性。用于不加肉的香肠或水产制品，也可与搅碎肉混用。

(6) 大豆蛋白纤维：是先将分离大豆蛋白溶入碱液，然后使其通过每平方厘米有数千个小孔的隔膜，挤入含有食盐的醋酸溶液中使蛋白质凝固，形成丝状，制成蛋白纤维。在盐水中硬化后，成肌肉纤维束状，即为口感很好的人造肉制品。

(7) 组织化蛋白：是用脱脂大豆，分离蛋白等原料加工成肉丝状人造肉，营养价值很高。

蔬菜、水果及其卫生

蔬菜和水果含有丰富的营养素，是人们膳食中重要的副食品。在供给和补充营养素上具有重大的意义。

蔬菜、水果营养成分 有以下特点。

(1) 含有丰富的维生素：①抗坏血酸主要由蔬菜和水果供给。各种绿叶菜，如小白菜、菠菜中抗坏血酸含量最丰富；根茎类(如各种萝卜)和瓜类含量次之。大辣椒(柿子椒)、新鲜雪里蕻、苦瓜、油菜、塌棵菜、菜花、芥菜、等抗坏血酸含量为100mg/kg，韭菜、卷心菜、蒜苗、菠菜、蕹菜、大青菜、香椿、藕、白萝卜、苋菜为50 mg/kg左右。水果中含抗坏血酸最多者为鲜枣(1 250 mg/kg)、山楂(红果)(150 mg/kg)、橘、柑、柠檬和柚子等(50—100 mg/kg)。②胡萝卜素在各种绿色、黄色和红色蔬菜中含量约为5 mg/kg。蕹菜、油菜薹、小白菜、新鲜和盐腌雪里蕻、油菜、芥菜叶、小葱、大葱、苋菜、牛皮菜、莴笋叶约为2.5 mg/kg。③核黄素在绿叶蔬菜中含量较多，如新鲜或腌制雪里蕻、塌棵菜、油菜、蕹菜、菠菜、萝卜缨、苋菜、青蒜、四季豆和毛豆等，约为0.25 mg/kg。

(2) 含有丰富的无机盐：如钾、镁、钙和铁等大部分都由蔬菜供给。雪里蕻、油菜、芥蓝菜、苋菜等不仅含钙量高，利用也较好。有些蔬菜如菠菜、牛皮菜、蕹菜、葱头(洋葱)等因含有一定量的草酸，不利于钙的吸收和利用。蔬菜中铁的含量绿叶菜为2.5—5 mg/kg，但吸收率低(仅10%左右)。因其用量大，故在国内膳食中，仍占有一定地位。膳食中如粮食、肉类、蛋类和鱼类等富含蛋白质的食品，由于含硫、磷较多，在体内经代谢转化后，最终产物呈酸性(成酸性食品)，可使血液pH值趋向酸性；而蔬菜水果中由于含有大量钾、钠、钙、镁元素，其体内的最终产物呈碱性(成碱性食品)。故膳食中这两类食品必须维持一定比例，方能保持体内酸碱平衡。

合理的烹调方法，可以减少营养素的损失。①选用新鲜蔬菜。②先洗后切，减少水溶性维生素和无机盐的损失。③急火快炒。④淀粉中的谷胱甘肽含有硫氢基(—SH)，可以减少抗坏血酸的破坏，故蔬菜烹调时，可加入少量淀粉。

(3) 蔬菜和水果所含的纤维素和果胶具有重要的生理意义。膳食纤维主要来自蔬菜、水果及粮食。纤维素、果胶等可被肠道微生物部分分解，可加速某些毒物在体内的代谢过程，减轻有毒物质对机体的损害，对预防肠癌有一定作用。此外，膳食纤维可增加肝脏中胆固醇7α-羟化酶的活力，参加体内胆固醇代谢。果胶可降低血中胆固醇含量。

(4) 某些蔬菜、水果中含有大量的酶、有机酸及植物杀菌素。萝卜中含有淀粉酶；波罗和无花果中含有蛋白酶，所以生食萝卜、波罗和无花果可以促进消化。水果中的柠檬酸、苹果酸和酒石酸亦可促进消化液的分泌，增进食欲。此外，大蒜中含有植物杀菌素，对防治痢疾等疾病

有良好效果。近来发现大蒜和葱头还可降低血胆固醇。苦瓜含有多肽有明显降低血糖的作用。

野菜、野果 国内野菜、野果品种很多，含有丰富的维生素和无机盐。常见的野菜有苜蓿、马齿苋、马兰头、枸杞、灰菜、野苋菜、荠菜等，其胡萝卜素、抗坏血酸、核黄素、钙和铁的含量，均比一般蔬菜高出数倍至数10倍。常见的野果有刺梨、番石榴、醋柳、酸枣、猕猴桃和金樱子等，含有丰富的抗坏血酸，如刺梨的含量比一般柑橘高出50—100倍。常见野菜、野果所含营养素见表。

常见野菜、野果含有的营养素(mg/100g)

名称	胡萝卜素	核黄素	抗坏血酸	铁	钙
苜蓿(金花菜)	3.48	0.22	85	4.8	168
马齿苋	2.23	0.11	23	1.3	85
灰菜	5.36	0.29	69	0.9	209
野苋菜	7.15	0.36	153		610
荠菜	3.20	0.19	55	6.3	420
蒲公英	7.35	0.39	47	10.2	216
刺儿菜	5.99	0.33	44	19.8	254
枸杞	4.0	0.33	47	3.4	155
刺梨	2.90	0.03	2585	2.9	68
醋柳(沙棘)			1 000—2 000		
酸枣				3.8	270
金樱子(野蔷薇果)			1 500—3 700		
番石榴	0.05	0.44	358	7.3	97

干果和硬果 是新鲜水果加工干制而成，抗坏血酸损失较多。但含铁、钙和无机盐较多，有些硬果还含有较多的硫胺素和核黄素。故仍是人们喜爱的食品。常见的干果有葡萄干、柿饼、桂圆、荔枝、蜜枣和红枣等。硬果是指硬壳果，如花生、核桃、栗子、松子、白果、榛子和瓜子等。

食用蕈类 国内食用蕈分为野生蕈和栽培蕈两大类，野生食用蕈有200多种。常见的有牛肝蕈、野蘑菇、鸡油蕈、大红菇、口蘑及羊肚蕈等。栽培蕈类主要有香菇、草菇、构蕈、黑木耳及银耳等。食用蕈类虽所含蛋白质、碳水化物和脂肪量很少，但因其味道鲜美，具有一定的食用价值。

采摘食用蕈应注意与毒蕈鉴别，防止误食发生食物中毒。

卫生及预防措施 蔬菜、水果在栽培、生长过程中，往往使用人、畜粪便，化肥及农药。对蔬菜、瓜果上施用的人畜粪尿，必须经过发酵，杀死其中寄生虫和微生物后方能使用。生吃蔬菜、瓜果一定要用清水彻底洗净，然后在沸水中进行极短时间的热烫。水果除洗净外，最好削皮。为了有效地防止和减少农药在蔬菜、水果中的残留，必须采取以下措施：①在保证杀虫效果的同时，尽量选用残效期短的品种。②杀虫剂使用剂量，以有效剂量为限。③根据所用杀虫剂毒性高低和残效期长短，确定使用数量和安全间隔期(即最后一次施药距收获的天数)。例如，国内规定将乐果(40%乳剂，以每亩0.1 kg、800倍稀释液喷雾)用于青菜、大白菜、豆荚、萝卜和黄瓜时，其安全间隔期分别为不少于6、10、5、5和2 d，青菜使用敌百虫(90%固体，每亩0.1 kg、800倍稀释液)时，其安全间隔期不少于7 d。④规定杀虫剂残留量的最大限度。一般蔬菜、水果中汞含量不得超过0.01 mg/kg(以Hg计)；六六六不得超过0.2 mg/kg(以异构体总计)；滴滴涕不得超过0.1 mg/kg(以各种滴滴涕异构体总计)。

特殊卫生 多日连续大量摄入鲜荔枝后，可突然发生低血糖。发病时有饥饿感、头晕、苍白、心悸、出冷汗、无力；严重者出现抽搐、瞳孔缩小、脉搏细弱频速、呼吸不规则，并可突然昏迷。其机制尚未阐明，初步发现可能与荔枝种子中α-次甲基环丙基甘氨酸(α-methy encyclopropyl glycine)有关。所以在荔枝收获季节，不宜大量食用；一次食用多量柿子，易在胃中形成结石，称"胃柿石"。可能与柿子内含有可溶性收敛剂红鞣质(phlobatannin)有关。尤其在未成熟的柿子及成熟柿子的果皮中含量更高。

肉类食品及其卫生

肉类是人们重要的动物性食品，主要包括猪、牛、羊等家畜的肌肉、内脏及其制品。肉类食品的化学组成和人体的肌肉很接近，可供给人体各种必需氨基酸、脂肪、无机盐和维生素。它的消化吸收率高，饱腹作用大，可以烹调成各种美味佳肴。

肉类食品的食用价值 肉类食品因动物的种类、年龄、肥瘦程度及部位不同，含蛋白质10%—20%、脂肪10%—90%，含糖量很少。无机盐0.6%—1.1%，其中钙70—110 mg/kg、磷1 270—1 700 mg/kg、铁62—250 mg/kg。磷和铁被人体的利用率较高。肉类的维生素以硫胺素、核黄素、尼克酸含量较多，肝脏中还富含维生素A、D和抗坏血酸。肉类烹调后味道鲜美，鲜味主要来自含氮浸出物，包括肌凝蛋白、肌肽、肌酸、肌酐、氨基酸等。1 kg肉中约有含氮浸出物3.27—3.82 g。成年动物肌肉中含氮量浸出物比幼小动物多，因此其汤味浓厚。

屠宰后肉品的理化学变化 有以下几点。

(1) 尸僵：刚屠宰完毕的畜肉呈中性或弱碱性。由于肌肉中酶的作用，使糖原分解，产生乳酸，含磷的有机化合物亦分解产生磷酸，故使肉的酸度逐渐增高。当pH达5.4—6.7时肌浆的水分渗入肌肉组织，形成浸胀现象，其蛋白质由溶胶状态变成凝胶状态，肌肉纤维变为粗硬，称为肉尸僵直。僵直持续时间长短，随室温和动物宰前的状态不同而异。凡僵直的肉尸所煮出的肉汤，外观混浊，具有不愉快的臭味。

(2) 成熟：尸僵后的肉在继续存放过程中，由于酸度

继续增高，肉即开始变得柔软多汁，味亦鲜香，称为肉的"成熟"。肉成熟速度随温度增高而加快。温度在4℃时，肉品通常经1—3昼夜即可完成成熟过程。一般食用的肉即为成熟肉。

(3) 自溶：成熟的肉，当继续在较高温度下保存，由于酶的活动，肌肉蛋白质分解放出硫化氢和硫醇，并与血红蛋白结合形成硫化血红蛋白等，使肉表面产生污绿色，肌肉变松弛，与一般细菌引起的腐败变质相似，称为"自溶"。因内脏中含酶较多，自溶比肌肉快。为限制肉类自溶，要求牲畜宰后存放在3—4℃、相对湿度70%—80%的条件下晾干，使鲜肉表面形成干膜，防止细菌侵入肌肉深部，并减慢自溶过程。

(4) 腐败：肉类在生产加工和保藏条件不良时，由于细菌的作用，将引起腐败。引起肉类腐败的细菌种类很多，其中以分解蛋白质和蛋白胨的微生物为主要，有普通变形杆菌、大肠杆菌、副大肠杆菌和产气杆菌等，也有一些厌氧的产芽胞杆菌。此外，还有分解脂肪的细菌和酶类。细菌分解蛋白质和脂肪产生尸毒素、丁二胺、醛、酮、吲哚、粪臭素和硫醇等，呈腐败肉类不愉快臭味，不能食用。

肉类食品生产供销的卫生 正确的屠宰过程、严格的兽医卫生检验和屠宰车间的合理设计是保证肉品卫生质量的重要条件。

对肉类联合加工厂的卫生要求：现代化肉类联合加工厂是机械化企业，是多层建筑物，各生产车间分别衔接配置，既可使生产过程严格分开，减少互相污染，又保持了生产的连续性，有利于执行兽医卫生监督。

屠宰车间：应制订严格的卫生要求：①车间墙壁、地面应为不透水材料，地面为水泥纹砖铺成，以防滑跌。墙壁离地面2 m以内设墙裙。②车间采光为自然光源，并有良好的通风。空气交换每小时1—3次。③车间内应有充足的冷热水供应，水质需符合饮用水的卫生标准。排水设备保持通畅，出口处设有脂肪清除装置。④车间门前设置消毒池，进出人员的鞋由池内通过。

肉品加工车间：应避免原料与成品间的交叉污染，严格执行各项卫生制度。

急宰车间或急宰室是屠宰各种病畜的场所。由于有传染性，故内部设施应自成系统，设有屠宰室、冷却室、条件可食肉无害化处理室、内脏整理室、皮肤消毒室和化制室等。污水排入下水道前，必需进行严格消毒。

牲畜屠宰过程卫生和兽医检验 有以下几点。

(1) 屠宰过程的卫生：牲畜宰前应充分休息，牛羊在24 h以上，猪在12 h以上。为了防止胃肠膨胀、破裂和污染肉尸，宰前12(或24)h断食，3 h停止给水。牲畜用喷水淋浴，以减少畜体表面的污染。然后牲畜经麻电、倒挂、放血，再进行热汤刨毛或剥皮，并立即剖腹，使体温及时散发。

(2) 屠宰后兽医检验：头部检验，主要检查两侧颌下淋巴结有无炭疽、结核或化脓等病变，同时注意咬肌有无囊尾蚴寄生。当病原微生物侵入活猪后，首先引起淋巴结肿大。故在肉品卫生检验中应检查颌下、肠系膜、胃、胭和深浅鼠蹊淋巴结。内脏检验包括心、肝、肺、胆囊、脾、胃肠、膀胱和肾等，观察其外表、形态、大小和色泽，注意有无异常充血或出血，必要时，切开检查有无结节、梗塞或萎缩等。肉品检查包括皮肤有无充血、溃疡及疹块，注意肌肉的颜色、弹性、脂肪色泽，有无黄疸，检查腰肌、横膈肌和脚有无囊虫或旋毛虫。

(3) 运输过程的卫生：应专车专用，良质肉与条件可食肉要分车装运并加标记。晾干肉应倒挂在车内，不能落地，车箱应防尘和有冷藏设备。冷冻肉可以堆放，但必需用冷藏车运输。工人上车装卸货，其鞋需经5%碱水消毒，熟肉运输必需用专用盒，盒体不能直接接触地面，每次用后必须用热碱水洗刷和消毒。

(4) 屠宰后冷却和冷冻：①冷却：牲畜宰后，将肉品放在10℃左右温度下冷却，使肉深层所含热量迅速散出，温度很快降到1—2℃，使肉表面形成干膜，即可存放20天。②冷冻：长期贮藏的肉类，要将肉品放在0℃以下，使其冻结。

冷冻方法有：①缓慢冷冻法：肉品于－8—－12℃条件下放置7—8昼夜，使肉7—10 cm深处温度为－6℃。当冻肉融化时，肉汁容易流出，细胞不能复原，使营养价值和风味降低。②快速冷冻法：将肉品放在－8—－23℃条件下，使肉深层7—10 cm处温度在短时间内达－6℃以下。由于肉品急速降温，能保持肉的原有营养价值和风味。冻肉长期存放时的温度应为－18℃±1℃，相对湿度95%，可存放10—12月以上。

禽类食品及其卫生

禽类食品包括家禽、野禽肉及其制品，通常指鸡、鸭、鹅、野鸡、野鸭和板鸭、风鸡等。禽肉所含营养成分与大牲畜肉接近，是营养价值很高的食品。

营养特点 禽类食品能供给人体各种营养素。一般禽肉比牲畜肉有较多的、均匀分布在肌肉组织的柔软结缔组织，所以味道更加鲜美、细嫩和易于消化。禽肉含蛋白质约20%，能供给各种必需氨基酸。脂肪含量，鸡肉约2%，鸭、鹅肉则分别为7%与11%左右，其熔点较低(33—40℃)，容易消化，所含亚油酸(十八碳二烯酸)占有脂肪量的20%。禽肉含有丰富的维生素，特别是肝中的维生素A和核黄素含量很高。如鸡肝中维生素A含量相当于羊、牛、猪肝的1—6倍。禽肉中含有900—4 000 μg/kg的维生素E，它具有抗氧化作用，故在－18℃冷藏1年也不致酸败。禽肉也是无机盐的良好来源，所含钙、磷、铁都较多，肝脏中含铁更高。禽肉的含氮浸出物随年龄而异，幼禽肉中少，故常用老母鸡煨汤而用仔鸡炒食。野禽比家禽肉含有较多的浸出物，可使肉汤具有强烈的

刺激味，甚至失去香味，故最好用煎、炒、焖的烹调方法。

卫生问题及预防措施 屠宰的禽肉，体表有一定数量的假单胞菌、变形杆菌、沙门菌、腐败菌和大肠杆菌等，当条件适宜，即可大量繁殖引起感官性质的改变，甚至腐败变质。沙门菌和其他致病菌，往往侵入肌肉深部。因此，食用前，没有彻底烧熟、煮透，有可能引起细菌性食物中毒。为了保证禽肉的卫生，必须采取以下措施：①加强兽医检查：宰前如发现病禽，应及时隔离处理或急宰；宰后发现有病变者，根据情况用高温处理或予废弃。②采用合理宰杀方法：宰前 24 h停食，充分供给饮水。宰杀时宜用特制的尖刀，经口切开颚下血管。这种方法切口小，污染机会较少。卫生质量可疑的禽类，必须通过泄殖腔完全取出内脏。③宰后冷冻保存：禽肉需先经 −25—−30℃ 及相对湿度 80%—90%环境下，24—48 h 急冻，再在温度 −18—−20℃ 及相对湿度 90%下冷藏，可保藏半年。

有关禽肉食品中残留农药问题，见“蛋类食品及其卫生”条。

禽类加工制品 禽类加工制品主要有鲜鸡肉、冻鸡肉。①鲜鸡肉系指活鸡宰杀加工后，经兽医卫生检验符合市场鲜销者。②冻鸡肉系宰杀后经净膛或半净膛和冷冻保藏的鸡肉。两者卫生标准的理化指标是挥发性盐基氮(mg/100 g)一级鲜度为 ≤ 15、二级鲜度为 ≤ 25；汞(mg/kg，以Hg计)为 ≤ 0.05。③板鸭指用健康肥鸭宰杀去毛、净膛，经盐腌、复卤、晾挂而成的腌制品。④风鸡、风鸭是一种别具风味的禽肉制品，也是一种较好的保藏方法，其原理是风干和盐腌。为了保证禽类加工制品的卫生质量，制作前，必须保证卫生质量良好，凡病死或宰后放置时间过长的禽类，均不能用来加工制作板鸭、风鸡和风鸭。成品应挂于通风处，一般可保存 3—6 个月。

蛋类食品及其卫生

蛋类有鸡蛋、鸭蛋和鹅蛋等，是营养价值很高的食品，各种蛋类在结构和营养成分方面大致相同。

蛋的结构 蛋主要由蛋黄(卵黄)，蛋清(蛋白)和蛋壳构成。卵黄表面包有透明的“卵黄膜”。蛋清系卵黄进入排卵管后由蛋白质构成。在排卵管下端形成“卵膜”包围在蛋清外层。然后由石灰质形成蛋壳，壳上有毛细孔。卵产出时，壳外被一层很薄的粘液包围，经干燥即形成一层半透明膜。卵黄两极有韧带，称为蛋白带。蛋白带两端分别与卵黄膜和壳下膜相连，使卵黄固定于鲜蛋中央。

营养特点 每个鸡蛋约 40—50 g，鸭蛋约 50—60 g，鹅蛋约 200 g。其中蛋黄约占 32%、蛋清 57%、蛋壳 11%。蛋的可食部分中，蛋白质 13%—15%、脂肪 11%—15%，其余多为水分。

蛋类的蛋白质不仅含量高，而且有极丰富的必需氨基酸，其组成非常适合人体需要，生物价可高达 94 以上。蛋中脂肪在蛋黄内，约占蛋黄的 30%左右，且大部分为中性脂肪(占 39%)，还有卵磷脂(占 15%)和胆固醇(占 3%—5%)。且分散成细小颗粒，较易吸收。每个鸡蛋约含胆固醇 200 mg。蛋类是无机盐和维生素的良好来源，主要集中在蛋黄内，其中钙、磷和铁都较丰富。蛋类铁的吸收率不高，但因集中在蛋黄，且含量较多，故仍是婴幼儿铁的良好来源。蛋类维生素以A、D和核黄素较多，存在于蛋黄中。各种方法烹调的蛋，都较易消化吸收，但油煎蛋、炒蛋或煮蛋加热过分不易消化，故小孩、老人以多吃蒸蛋为宜。生蛋清中含有抗生物素蛋白(avidin)和抗胰蛋白酶(antitrypsin)，能妨碍生物素的吸收和抑制胰蛋白酶的活力，当加热时即被破坏。因此，不宜吃生蛋。

卫生问题及预防措施 有以下几点。

(1) 鲜蛋沙门菌污染与微生物引起的腐败变质：禽类常带有沙门菌，其中以卵巢最为严重，不仅使蛋壳表面受污染，还可使蛋的内容物(蛋清和蛋黄)带菌。水禽(鸭、鹅)的沙门菌感染率更高。为了预防由蛋的沙门菌引起的食物中毒，不允许以水禽蛋作为糕点原料，且必须经煮沸 10 min以上方能食用。其他细菌、霉菌等也可以通过不同途径侵入蛋内，与蛋液的酶一起分解内容物，引起腐败变质。蛋壳表面细菌很多，干净蛋壳外表有细菌 400—500 万个，而脏蛋壳可高达 1.4 亿—9 亿个，主要来自泄殖腔和不清洁的产卵场所。

(2) 鲜蛋贮存卫生：在贮存期，由于水分蒸发，鲜蛋气室逐渐增大。正常情况蛋的气室直径约 4—11 mm。如果气室超过蛋直径的 1/3，即有变质可疑。鲜蛋贮存过程，在微生物和酶类作用下，蛋白带首先分解，因而蛋黄不能固定而移位；其次是分解蛋黄膜，使蛋黄散乱，称“散黄蛋”；继而蛋清与蛋黄混在一起，称“浑汤蛋”。此时，随着蛋白质的分解，可形成硫化氢、胺类、粪臭素等产物，呈现恶臭。外界霉菌也能进入蛋内形成大小不等的黑斑，称“黑斑蛋”。蛋黄贴在蛋壳上时，称“贴壳蛋”。已腐败变质的蛋类不得食用。为了预防鲜蛋腐败变质，必须采取综合措施，主要是：①注意饲养卫生，积极防治家禽传染病，并使产蛋垫草清洁。②低温贮存。鲜蛋最好的贮存温度是 1—5℃，相对湿度87%—97%。在此条件下保持温度恒定，蛋类可贮存 4—5 个月。鲜蛋自冷藏库提运时，也应先在预备室内预暖，否则蛋壳表面有小水滴凝集，促使微生物繁殖，不能久藏。鲜蛋贮存场所空气不能过分干燥，否则水分蒸发，气室增大；微生物随空气进入，造成气室污染。③水玻璃液贮存鲜蛋。水玻璃又名泡花碱，是硅酸钠(Na_2SiO_3)和硅酸钾(K_2SiO_3)的混合物，其水溶液可以填塞蛋壳上的毛细孔，防止蛋内水分蒸发及外界微生物进入。市售水玻璃浓度为波美 45—50°，可加水稀释至 3.4—4°(约 10%)，然后将蛋移入，当保持温度在 10℃ 以下，可以保藏 8—12 个月。水玻璃本身无毒，与蛋接触后也不起化学作用，但其缺点是保藏后使蛋容易散黄。④民间有的将鲜蛋贮藏在谷壳、米糠中，以隔绝空气和维持温度恒定。⑤近来有用液体石蜡在鲜蛋壳上涂成薄膜，并直

立于塑料蛋箱中，堆放于10℃的环境（如地下室）相对湿度约80%，可保存鲜蛋8个月，干耗率仅1%，好蛋率达90%；堆放在20℃以下环境，也可保存6个月。此外，鲜蛋运输过程中还应避免污染和破损。

(3) 禽肉和蛋类食品的农药残留：由于过去长期使用有机氯农药致在土壤中蓄积，使农作物中含量增高，并通过食物链使禽肉和蛋类食品中有残留，并随同膳食进入人体，造成危害。此外，有机汞农药在蛋类中也易于蓄积和残留。应对这类食品中农药残留量予以限制。一般规定各种肉类和蛋类中六六六和DDT都不得超过1 mg/kg。各种肉类和蛋类中汞含量不得超过0.05 mg/kg。

蛋类加工制品 蛋类加工制品很多，主要有：鸡蛋的冰全蛋、巴氏消毒冰全蛋、冰蛋黄、冰蛋白、全蛋粉、巴氏消毒全蛋粉、蛋黄粉、蛋白片、咸蛋和皮蛋等。

冰蛋和蛋粉能保存绝大部分营养成分。维生素A也极少破坏，但脂肪较易氧化，故需应用专门材料包装以隔绝空气。主要是防止沙门菌污染。故必须严格执行卫生制度（见表）。特别注意蛋壳的洗涤和消毒。消毒后的蛋，应在4 h内晾干后，再行打蛋。冰蛋宜在使用前解冻。零售冰蛋，应有冷藏设备。冰蛋或有冰蛋的食品，皆需经高温处理方能食用。直接参加生产的工人，就业前每年开工前应体格检查，上班进车间时应洗手至肘部，并用酒精消毒。不能采用搭壳蛋、黑斑蛋或其他变质蛋制造冰蛋和蛋粉。打蛋的工具，容器都应经4%碱水及清水分别冲洗干净，蒸汽消毒10 min。蛋粉生产时所用管道，也应严格消毒。

咸蛋是我国民间食用的蛋制品，制作方法简单又可保存一定时间。咸蛋的营养成分与鲜蛋比较无大变化，易于消化，一般可保存2—4个月。皮蛋又称松花蛋，为我国特有的一种蛋制品。制作过程中由于加入烧碱可使维生素B族破坏，但维生素A和维生素D含量与鲜蛋接近。如果皮蛋本身质量不好，可以引起食物中毒，不宜食用。此外，蛋制品中还有糟蛋，是将鲜蛋包埋在酒糟中，经2个月后制成。糟蛋除了别具风味外，含钙质特别丰富，约比普通鲜蛋高出40倍。

国内几种鸡蛋制品卫生标准中理化及细菌指标表

品名	理化指标					细菌指标		
	水分(%)	脂肪(%)	游离脂肪酸(%)	酸度(%)	汞(mg/kg，以Hg计)	细菌总数(个/g)	大肠菌群(个/100 g)	致病菌(系指沙门菌)
冰全蛋	≤ 76	≥ 10	≤ 4		≤ 0.05	≤ 10^6	≤ 1.1×10^7	不得检出
巴氏消毒冰全蛋	≤ 76	≥ 10	≤ 4.0		≤ 0.05	≤ 5 000	≤ 1 100	不得检出
冰蛋黄	≤ 55	≥ 26	≤ 4.0		≤ 0.05	≤ 10^6	≤ 1.1×10[illegible]	不得检出
冰蛋白	≤ 88.5				≤ 0.05	≤ 10^6	≤ 1.1×10[illegible]	不得检出
巴氏消毒全蛋粉	≤ 4.5	≥ 42	≤ 4.5		按蛋折算	≤ 10 000	≤ 90	不得检出
全蛋粉	≤ 4.5	≥ 42	≤ 4.5		按蛋折算	≤ 50 000	≤ 110	不得检出
蛋黄粉	≤ 4.0	≥ 60	≤ 4.5		按蛋折算	≤ 50 000	≤ 40	不得检出
蛋白片	≤ 16.00			≤ 1.2	按蛋折算			不得检出

水产食品及其卫生

水产食品，尤其是鱼类，为我国动物性食品的重要来源。我国沿海有1 500多种海产鱼类，可以放养500多种淡水鱼类。

鱼肉的营养成分 随着鱼的品种、年龄、大小、肥瘦、性别、部位、季节及地区而不同。一般说，鱼肉的营养价值与畜肉相近，蛋白质含量为15%—20%，是膳食蛋白质的良好来源。

鱼肉蛋白质分为肌浆和肌基质两大类。肌浆主要含肌凝蛋白、肌溶蛋白、可溶性肌纤维蛋白、肌结合蛋白及球蛋白等。这类蛋白含糖较多，是鱼肉易变质的原因之一。肌基质主要是指结缔组织与软骨组织，包括胶原蛋白和弹性硬蛋白。前者经加水煮沸冷却后即成凝胶，在硬骨鱼中约含3%，软骨鱼中10%，比家畜肉为少(20%)。故鱼肉组织比畜肉松软，易于消化，其消化率约为90%。对虾、河虾及海蟹的蛋白质含量亦较丰富。贝类的软组织，以非蛋白氮含量高为特征。

鱼肉中含氮浸出物较多，约占鱼肉量的2%—3%，主要为：①肌酸：略带苦味，多与磷酸结合成为高能键的磷酸肌酸。②三甲胺与氧化三甲胺：前者是鱼腥味的主要成分，后者则是鱼肉重要的鲜味物质，海产软骨鱼每百克中含有2—14 g，淡水鱼则在0.1 g内。③次黄嘌呤核苷酸：由次黄嘌呤、戊糖和泛酸化合而成，当与组氨酸结合即具有特殊的鲜味。④尿素：是鱼体蛋白质的最终代谢产物。⑤游离氨基酸，亦为重要的鲜味物质。

鱼肉脂肪含量约1%—10%，但波动较大，如银鱼、鳕鱼脂肪含量不到1%，而河鳗可高达28.4%，且呈不均匀分布。鱼肉脂肪是以油酸甘油酯为主的中性脂肪，其特点是组成中不饱和脂肪酸很多，约达80%，故常呈液态，消化吸收率约为90%，但较易氧化酸败。海产鱼贝类的

脂肪中廿二碳六个双键的多不饱和脂肪酸约有10%—40%，近年来国外有人用于防治动脉粥样硬化。

鱼肉中无机盐为1%—2%，以磷为最多，约占总成分的40%。此外，还有钙、钠、氯、钾、镁等。海产食品中特别是昆布科生物富含碘，约为500—1000 $\mu g/kg$，而一般淡水鱼仅约50—400 $\mu g/kg$。牡蛎特别富含铜，可达300 mg/kg。鱼肉一般含钙比畜肉高，虾皮中的钙虽利用率不太高，但含量多达2%。海水鱼的钙含量比淡水鱼高。

鱼类也是维生素的良好来源，如鳝鱼、海蟹及河蟹的维生素B_2比较多，海鱼的肝及肠含有丰富的维生素A。有些生鱼肉中特别是贝甲类生物含有硫胺酶，能破坏硫胺素，故新鲜鱼宜尽早加工烹调，以减少维生素B_1的损失。

鱼类食品卫生 主要有：①活鱼一离开水很快死亡，并发生生化变化。在适宜条件下，从鱼死亡到开始腐败约需1—3 d，因鱼的品种和环境温度有较大差别，在水域面层回游的鱼变化较快，底层则较慢。其变化为体表粘液分泌、僵直、后熟、自溶和腐败等阶段，与畜肉相似。体表粘液分泌是鱼体为适应环境恶化、保护正常生理功能的一种反应，其主要成分是透明状的粘蛋白，可成为腐败菌的培养基。②鱼死后的僵直由背部肌肉开始然后波及全身，此时腮骨和鳃盖紧闭，肌肉刚硬无弹性。一般约需1—4 h，若将温度降到−1℃，经35 h方开始僵直。可维持3—4 d。③后熟是以糖酵解产生的乳酸达到肌纤维的等电点而形成的，但时间很短。④自溶是鱼体组成成分，尤其是蛋白质在鱼体酶及微生物的作用下进行分解，但鱼体酶的作用仅分解蛋白质至可溶性氮及氨基酸，此时鱼体的特点是：肌肉组织较软、失去固有弹性、低分子的成分增加等。虽食用价值有所下降，但仍为可食鲜鱼。⑤腐败变质是鱼体酶及微生物生长繁殖的结果，除酶的作用外，多由球菌、大肠菌属、普通变形杆菌及液化性荧光杆菌所引起。如环境条件合适，菌体繁殖很快，可将氨基酸分解为吲哚、酚、尸胺、腐胺、硫化氢、甲烷、硫醇、氢、氨、二氧化碳等，因而具有恶臭，不能食用。一般区别自溶分解与腐败分解，常通过测定鱼体中挥发性盐基氮(包括氨、二甲胺、三甲胺等)的含量来确定。当挥发性盐基氮的含量每1 000 g鱼肉中海水鱼超过350 mg、淡水鱼超过250 mg时，即为腐败分解，否则为自溶分解。⑥保持产、供、销各环节的低温条件，即实现冷链，使鱼体的鲜度稳定。

以微生物数为指标，鱼肉仅有个别细菌存在者为鲜鱼；如鱼肉中细菌数超过10^7/g时为腐败

生食黄泥螺、海蟹、蚶子、蛏子等常能引起食物中毒，应广泛宣传不生食或食前彻底清洗。

由食鱼引起的蠕虫病，主要是华枝睾吸虫病和魏氏并殖吸虫病。华枝睾吸虫是经过淡水螺蛳和淡水鱼才感染人的。禁止鱼池施用人畜粪便和食前烧熟煮透即可预防。魏氏并殖吸虫是通过螺蛳、石蟹或蝲蛄(东北为蝲蛄)感染于人，主要寄生在肺，有时也可在腹腔或脑部，故又称肺吸虫。改变吃"醉蟹"、"醉蝲蛄"的习惯为熟食，即可控制此病。

此外，浙江及一些沿海地区，常因"赤潮"使海贝类带毒，人食后可以引起中毒，甚至发生死亡，通过严密的疫情预报和广泛宣传，也可得到控制。

奶类食品及其卫生

母乳的营养成分全面，还具有无菌、温度适宜、有多种抗体及哺乳能增强母子情感等许多优点，故近年来国内外都提倡母乳哺育婴儿。

婴儿发育到一定阶段，母乳在质和量方面均逐渐不能满足需要，宜以动物奶或其他辅食补充。此外，对于产妇无奶或奶量不足的婴儿、病人及一些特殊工作或生活环境下的人，动物奶也是膳食中不可缺少的。国内动物奶以牛奶、羊奶为主。

乳牛生产仔畜前15 d分泌的胎乳，产犊后7 d的初乳和泌乳后期的末乳，营养成分和滋味特殊，均不宜供人食用。

牛奶成分因奶牛品种、饲养方式、季节及挤奶时间的不同而有差别，其中脂肪量的波动较大，蛋白质次之，乳糖则较少变化。正常牛奶中水为83%—89%、干燥物质11%—13%，其中蛋白质3.0%—4.0%、脂肪3%—5%、乳糖4.5%—5.0%、无机盐0.6%—0.75%等。

牛奶蛋白质的平均含量为3.5%，其中酪蛋白占86%、白蛋白11%、球蛋白3%。酪蛋白是一种含磷蛋白质，多以酪蛋白钙的形式存在，含硫仅0.72%；白蛋白的成分中不含或仅含有微量的磷，但含硫高达1.92%，故煮沸时常有硫化氢逸出；球蛋白中约有55%为真球蛋白。这三种蛋白质都是完全蛋白质。如以牛奶与母乳相比，生物价分别为89.9±4.0和91.6±1.2；消化率为94.8±0.5和90.4±2.2。母乳中含有双叉乳酸杆菌生长因子，能促进肠道乳酸杆菌的生长，抑制大肠菌的繁殖，故对婴儿腹泻有预防及治疗作用。牛奶的双叉乳酸杆菌生长因子只有母乳的1/50—1/40。

牛奶中脂肪含量平均为3.5%，与母乳大致相同。脂肪酸组成中有一定量的低级和中级脂肪酸，如C 4:0、C 6:0、C 8:0、C 10:0……等水溶性挥发性脂肪酸，易于消化。其次是非水溶性挥发性脂肪酸，如C 12:0以及非水溶性不挥发脂肪酸，如C 14:0、C 16:0、C 20:0及C 18:2等。牛奶中低熔点的脂肪酸如油酸占35%，故奶油的熔点低，约为28.4—33.3℃，且其脂肪粒直径多呈1—10 μm的微粒，其表面有一层蛋白质薄膜，呈高度分散的稳定状态，故其消化吸收率可达98%

有的国家为增加奶油中不饱和脂肪酸的含量，将植物油加入奶油使亚油酸的含量增加，但人摄入亚油酸量过多，而无足量的维生素E或其他的抗氧化剂时，则形成过氧化物，引起红细胞溶血，故不宜用这种奶哺育孩子。

此外，牛奶脂质每千克中尚有70—170 mg的胆固醇、15 mg游离胆碱和500 mg可溶性胆碱等

牛奶的碳水化物全为乳糖，每千克平均含量约45 g,在肠中经消化酶分解成乳酸,有助于乳酸菌的繁殖,从而改善肠菌丛的分布,使腐败菌的比例减少。由于牛奶中蛋白质的含量约为母乳的3倍,故以牛奶代替母乳喂养婴儿时必需用水稀释3倍,并可酌加蔗糖,以调节与母乳近似的甜度和足够的热量。乳糖的甜度只有蔗糖的1/6—1/5,故奶微甜。每100 ml牛奶约可供263 kJ(63 kcal)热量,母乳可供280 kJ(67 kcal)热量。乳糖在水中的溶解度不高,0℃时为10.0%、25℃为17.8%、49℃为29.8%、89℃为58.2%,故一些冷冻的浓缩奶制品如炼乳、冰淇淋等常有砂砾样感觉。

牛奶中有婴儿生长需要的全部无机盐，含量约为0.7%,特别富于钙、磷、钾。牛奶中的钙不仅含量高,且其吸收率很好,牛奶中铁很少,每升仅约2 mg左右,约为母乳的1/5。4月龄前的婴儿体内有铁贮备供其利用,4月龄后即需由辅食补充,如用青菜泥、猪肝泥、蛋黄等。此外,奶中还有许多微量元素,如铜、锌、锰、碘、氟、钴等都是人体所必需的。奶中无机盐成分虽少,但对乳品的稳定性,特别是对热凝固有着重要的意义。如牛奶中钙、镁和磷酸盐、柠檬酸盐的含量之间保持平衡,是对热稳定的必要条件,当钙、镁过多,在较低温度下也可凝固,倘若此时加入磷酸盐或柠檬酸盐即可阻止。

牛奶中几乎含有所有的维生素,其含量因饲养条件、季节和加工而不同。如维生素A与胡萝卜素含量,当奶牛在牛棚中圈养时每升分别为0.113 mg和0.089 mg;而在室外放牧时,则可增至0.351 mg和0.237 mg。青饲料多的季节,奶中胡萝卜素与维生素C含量较高;夏季日照较多,奶中维生素D的量也增多。奶制品暴露在空气中加热至100℃维持4 h,维生素A几无存留,但在无氧状况下加热至120℃长达12 h也不受影响。此外,牛奶中核黄素、吡哆醇、生物素、硫胺素等均较母乳为多。

奶中还含有仔畜所需的抗体等物质。牛奶中的酶来自乳腺分泌和微生物合成,利用其对热的敏感程度和对色素的稳定程度,可用来作为衡量牛奶质量的卫生指标。如过氧化物酶由乳腺所分泌,当加热至80℃、2 s或72℃、20 min均可被钝化,故测定牛奶中有无此酶即可判定是否经过消毒;还原酶是由奶中细菌所分泌,可使甲烯蓝反应成为无色,由其变色的深浅即可判断污染的程度。

奶的组分中粒子<1 nm的无机盐、乳糖及水溶性维生素溶于水形成真溶液,蛋白质中的酪蛋白粒子约为80—120 nm,白蛋白与球蛋白为1—100 nm,它们与真溶液形成胶体,脂肪粒子为1.0—10.0 μm,当与真溶液及胶体结合后即成乳悬液。由此可见,奶是一个均匀稳定的胶态系统,其消化率可达97%左右。

正常鲜奶是白色或微黄色的不透明液体,当受到微生物污染后,颜色即有改变。

奶中微生物分为三类：①为病原微生物,可传播伤寒、副伤寒、痢疾等肠道传染病和结核、波状热、口蹄疫及炭疽等人畜共患疾病,故要积极预防;②有害微生物,主要是一些腐败菌可引起奶品的腐败变质。③有益微生物,如乳酸菌类,许多奶制品即用此菌体使奶发酵制成。奶中微生物来自乳房、体表、空气、水、盛装奶的容器或接触奶的用具及手等。奶中还有一种由乳腺分泌的杀菌物质,称为乳素。乳素受热即破坏。为了延长乳素的杀菌时间,挤出的奶必须立即降温。一般降温至4℃即可,以免冻结影响奶的质量。当加热至72℃ 20 min时,乳素即破坏。

奶牛可患结核病、布鲁杆菌病、口蹄疫等人畜共患传染病。做好健康牛群的培育和经常的卫生工作,不但可以防止这些疾病的传播,还可进一步提高奶的质量,保证工作人员和饮用者的身体健康。

由细菌、真菌、病毒和理化因素引起的奶牛乳房炎,治疗时多用抗生素直接注射于乳房,我国食品卫生法有关乳与乳制品管理办法中规定应用抗生素5 d内的乳汁不得供食用,应当认真贯彻执行。

在生产过程中要尽量减少奶被微生物污染。为此,挤奶前必须做好刨刷牛体、停止喂料、打扫牛舍、清洗乳房,并做好奶桶、过滤器、挤奶机、工人手的清洗和消毒工作。奶挤出后还应做好以下几项工作。

(1) 奶的净化：在牛舍中挤奶,可能将少许牛毛、饲料、杂物、甚至粪便混入奶中,必须通过过滤器或离心机处理将其除去。当奶运送至消毒站时,尚需进行第二次过滤处理。

(2) 奶的冷却：挤出的奶需及时冷却至4℃,方可有效地保持其抑菌作用和防止微生物繁殖。冷却奶的最好方法是用牛舍冷排设备。此外,也可将奶桶置入流动的水中,使水超过奶平面但不致浸入奶桶;或将奶桶以绳悬于井中水面上或浸浮于水面的方法降温。

(3) 奶的消毒：主要是为了杀灭其中致病菌、减少腐败菌和尽可能减少在加热时的营养素损失。目前国际上消毒牛奶的方法主要有：①低温长时间巴氏消毒法：是将奶置入巴氏消毒器中,以水蒸气于夹层锅中加热,当奶的温度升至63℃,维持30 min,然后立即降温至4℃,即可杀灭致病菌和大部分腐败菌;此奶即可短期冷藏和供人食用。②高温短时间巴氏消毒法：多采用片式热交换杀菌器,使奶的温度大致在80—85℃,维持10—15 s。这种方法加工量大,生产效率高。③超高温瞬间消毒法：目前已发展到用130—150℃的高温和维持0.5—2 s时间,如配以无菌包装,即为灭菌奶。

消毒后的牛奶须立即冷却,并冷藏于4℃,牛奶中细菌数不能>30 000个/ml。

此外,还有一些简易的牛奶消毒方法,如将奶装入瓶中置蒸笼内于蒸笼上汽后维持15—20 min,即可使奶温升至80—85℃,或将牛奶直接加热煮沸,其消毒效果可靠,但营养成分损失较多,感观性状改变也较大。

食用油脂及其卫生

食用油脂是人类膳食中的重要组成成分。它不仅供给人体所需要的热能和必需脂肪酸，还可使膳食味美，增强饱腹感。但油脂不易保存，容易酸收。

食用油脂每100g能产生热能3 765—3 891 kJ (900—930 kcal)，含有亚油酸、亚麻油酸和花生四烯酸等必需脂肪酸。这些必需脂肪酸主要来自植物油，如豆油含有亚油酸52.2%，棉籽油55.6%，其他油（茶油和菜籽油除外）也在30%以上。食用油脂有利于脂溶性维生素A、D、E等的溶解和吸收。有的油脂本身就含有脂溶性维生素，如鱼肝油富含维生素A、D，麦胚油、玉米油等含有维生素E。含油脂多的食物在胃中停留的时间可长达5—6 h，故饱腹作用强。用油脂烹调食物能改善食品的感官性质。食用植物油熔点低，在室温下多呈液态，故其消化率一般皆在95%以上。羊脂、牛脂的熔点高，消化率差。

食用油脂种类 根据来源，可分为：

(1) 植物油：主要是用植物种子制成，如豆油、花生油、菜籽油、芝麻油、棉籽油、葵子油和茶油等；此外，还有一些野生和木本油料作物，如油棕、油橄榄、文冠果、油莎草、旱生油瓜等的果肉或种子，含油率高的可达80%，低的也有30%左右。

(2) 动物油脂：指一般动物的体脂，但不包括来自奶汁的脂肪。一般人们常吃的动物油脂主要是猪油、牛油和羊油，含有较多的饱和脂肪酸，因熔点较高，消化吸收率低。此外，必需脂肪酸和维生素含量较少，胆固醇含量高，故其营养价值不如植物油。

(3) 黄油：是由奶中分离出的脂肪。其中含有脂肪约82.5%、蛋白质0.5%。每千克含维生素A 27 000 IU，且脂肪酸种类非常完全，易于消化吸收，故是食用价值很高的油脂。有时为了保持一定的色泽在黄油中常加入胡萝卜素。

(4) 人造黄油：是利用价格便宜的植物油或鱼油加氢硬化而成。如果加工正确，其消化吸收率可与植物油一致，且可改善原来油脂的不愉快气味，并易于储存。此外，人造黄油每千克尚可加入胡萝卜素或维生素A 50 000 IU、维生素D 5 000 IU进行强化。

食用油脂加工卫生 一般油脂加工方法有：压榨法（用于植物油的榨取或作为动物油脂熬炼时的辅助手段）、熬炼法（用于动物油脂的加工）、浸出法（利用有机溶剂提取组织中的油脂，再蒸馏除去溶剂，得到纯净产品，国内豆油生产多用此法）和机械分离法（主要限于液态油脂，如分离奶中奶油或作为提纯食油的辅助加工方法）。在这些加工过程中，主要是设法防止或减少动植物组织残渣的存留，和尽量避免外界微生物的污染。对浸出法要注意溶剂的纯度和残留。常用溶剂为轻汽油、乙烷等，当不纯时，常含有苯、多环芳烃等有毒成分，并转移至浸出油中，对长期食用者造成危害，故国家规定食油中浸出用的溶剂的残留不得超过50 mg/kg。浸出后的残渣不宜作饲料，仅可作肥料。在实际生产中，应结合生产设备条件和原料种类选择适当的加工方法。

油脂酸败及预防 油脂长期贮存于不适宜的条件下，将产生一系列的化学变化，使其感官性质改变，称为油脂酸败。油脂酸败的一方面是油脂中动植物组织残渣和微生物的酶引起的酶解过程；另一方面是在空气、阳光、水等作用下发生的水解过程和不饱和脂肪酸的自身氧化。这些变化的结果，是游离脂肪酸增多，并产生酮、醛类及其他各种氧化物，是为酸败。

酸败的油脂有不愉快的味道和气味，不适于食用。轻度酸败的油脂其感官性质的改变虽尚未达到不能食用的程度，但其营养素遭到破坏，特别是脂肪酸和维生素E在开始酸败时首先被氧化，其他几种脂溶性维生素如维生素A、D等也相继被氧化，因而失去其功效。不仅如此，其他食物中的维生素当接触到酸败油脂时或同时摄入胃肠道后也可遭受破坏。实验证明：长期摄入酸败油脂，尚可加剧核黄素缺乏症；酸败油脂除了破坏食物中的营养素外，对机体的几种酶系统亦有损害作用。根据体外组织培养实验证明，酸败过程的氧化产物对体内的重要酶系统如琥珀酸氧化酶、细胞色素氧化酶等都有破坏作用。

为防止油脂酸败，要求油脂的纯度高和贮存条件合乎卫生。在加工过程中，应防止植物残渣存留、避免微生物污染和破坏酶的活性。水分可作为微生物繁殖的媒介；又可促进酶的活力，故应尽量减少水分，国内规定不得超过0.2%。光线能促进油脂的氧化，但不同波长的光线，其作用效率各异。紫外线、紫色、蓝色等光线能加速油脂的氧化，而绿色则否。将油脂装于蓝色或无色玻璃瓶内，4周内即开始酸败，而在绿玻璃瓶内，2个月后仍未改变。所以油脂应贮藏在不透明的容器或绿色玻璃瓶内，并加盖密封，放于阴暗处，尽量避免接触光线和空气。高温也能促进油脂氧化，因此仓库的温度应低。铁、铜、锰、铬、镍和铝等金属具有催化作用，微量存在时，也能加速油脂氧化酸败，加工机械和贮存容器应选择适当，加入油脂抗氧化剂是防止油脂酸败的有效措施。

高温加热油脂的营养价值和毒性 高温可促使油脂氧化，必需脂肪酸和维生素（维生素A、胡萝卜素、维生素E）遭到破坏，还可使不饱和脂肪酸发生聚合作用，形成具有一定毒性的大分子化合物。在一般烹调过程中，因油脂加热温度不高，时间短暂，故对其营养价值的影响不甚显著。但在食品企业中油炸食物时，因油脂长期反覆使用，且加热温度较高，故油脂营养价值有所降低。油脂中的甘油经热解可形成丙烯醛等化合物，有强烈的臭味，对粘膜有刺激作用。为了预防高温加热的油脂对机体造成不良影响，故应尽量避免油脂加工时的温度过高、减少反覆使用次数，随时添加新油以防止聚合物形成。

霉菌毒素和其他化学毒物对油脂的污染 有以下几点。

(1) 霉菌毒素对油脂的污染：油料种子被霉菌及其毒素污染后，榨出的油中亦含有毒素，必须去除后方可食用。花生很易被黄曲霉毒素污染，一般多用碱炼法或吸附法去毒。用碱炼法可使油脂中黄曲霉素B_1由800 μg/kg降低到20 μg/kg以下，但缺点是油耗较多，操作繁琐且易于酸败。活性白陶土吸附法可使油中黄曲霉素B_1由800 μg/kg降至10 μg/kg以下。惟去毒效果与白陶土的质量、数量及油温有关，油耗也大。除白陶土外，用活性炭吸附的油料损耗较小。国内规定食用油中黄曲霉毒素容许量不得超过10 ppb；花生油中不超过20 ppb.

(2) 粗制生棉油的毒性：棉籽未经加热即直接榨油，籽油即含有有毒物质，食用后可引起中毒。已知棉籽中的有毒物质为游离棉酚、棉酚紫和棉酚绿等三种。在棉籽中，含游离棉酚20%—40%、棉酚紫0.15%—3.0%、棉酚绿2.0%。它们对大白鼠经口的LD_{50}分别为2 570、6 680和666 mg/kg。当棉籽饼中游离棉酚含量在0.02%以下时，对动物不具毒性；如为0.02—0.05%，将显示较弱毒性。国内规定棉油中游离棉酚不得超过0.03%。为了控制棉油中游离棉酚含量，需要采用适当加工方法：即将棉籽炒或蒸即可减少一部分含量，再经碱炼则效果更为显著。

预防中毒主要是不吃粗制生棉油。

(3) 油脂中苯并(a)芘的含量：用轻汽油浸出法生产的食油，比压榨法可提高出油率3%以上，是一项较先进的生产技术。轻汽油中往往含有有毒杂质如苯、多环芳烃等，给食用者带来危害。多环芳烃类中的苯并(a)芘是一种致癌物质，要防止其污染食油。植物油中苯并(a)芘除来自溶剂外，还来自大气中苯并(a)芘对植物的污染。棉籽壳和葵花籽壳含量较多，籽仁中则较少。故浸出毛油的苯并(a)芘含量比机榨油高。油脂去除苯并(a)芘的有效办法是以活性炭吸附。上海市用浸出法加工菜籽油和豆油时用此法处理，去除率可达90%左右。

(4) 菜籽油的卫生：菜籽是国内主要的油料，其产量约占植物油年产总量的1/3以上。菜籽含油量可高达40%，和其他食油相比，芥酸(erucic acid)和亚麻酸含量高；而软脂酸和硬脂酸又过低。国内食用的菜籽油芥酸含量约为48.5%，饱和与不饱和脂肪酸之比为0.05。根据动物试验，高芥酸菜籽油影响动物的生长发育和繁殖能力，并对心肌有损害作用，呈现为脂质沉积、组织细胞脂肪浸润和纤维细胞增生，并可见到肾、肝病变。亚麻酸量高，有抑制亚油酸转变为花生四烯酸的作用，从而降低心肌磷脂中花生四烯酸的水平，阻碍心肌的正常功能，引起心肌损害。故菜籽油的有害作用是菜籽油中各组份相互制约和促进的综合因素引起的。目前尚未见到菜籽油对人体有害作用的报道。因此将动物实验结果引伸到人体时，必须慎重。预防菜籽油毒害的根本办法是培育低芥酸、低硫代葡萄糖甙的品种，使芥酸含量低于10%。

(5) 米糠油的卫生：米糠油生产油脂大多采用溶剂浸出法。由于米糠中含有分解酶，使油脂分解为脂肪酸和甘油，酸价增高，因此用于榨油的米糠要新鲜，夏天最好在36 h内完成榨油，即使在冬天，也不得超过72 h。此外，还要注意农药和多氯联苯对米糠油的污染。糠谷糠皮居于谷粒的外层，易被污染，要防止在生产过程中混入。多氯联苯耐热性能好，常用作载热体，日本曾由于在萃取米糠油的脱臭过程中用多氯联苯作载热体，油中多氯联苯高达2 000—3 000 mg/kg，造成万人中毒，60多人丧生。因此必需注意溶剂的纯度和油中溶剂残留。

方便食品

方便食品(convenient food)是随着社会生产、生活和科学技术的进步而兴起的一种快速、简便的食品。它是按一定的配方和加工程序大批量制成的价廉物美、营养丰富、轻便卫生、烹调和食用方便的制成品或半成品。

方便食品在大规模生产中可以节约原料、燃料、人力和时间，做到成本低、售价廉，食用简便；还可以根据人体营养需要，改进膳食构成。发展方便食品，有利于广大职工从繁重的家庭炊事劳动中解放出来，解决好吃饭问题。

国内传统的方便食品种类很多，各地产品都有自己的风味特色，广大群众也有食用的习惯。例如各地早餐中的大饼、油条、馒头、煎饼等，历来受到群众的欢迎。近年来，又吸收了国外的科研成果和实践经验，发展了方便面、方便米饭、盒装快餐、膨化食品、升华干燥食品以及各种速溶饮料等，做到中外结合，科学卫生，为进一步减轻烦事劳动迈出了一大步。

方便食品的种类 我国的方便食品可分为下列几类：①便于携带、直接食用的，如盒装快餐、面包、馒头、烧饼、罐头食品、熟肉制品和部分豆制品等。②不便携带，需要店堂食用的，如各种快餐店的热食品。③虽是熟食，但需加温后吃的，如方便米饭、方便面条等。④经过预先切洗处理配制生的荤素半成品，需要经过简单的烹调处理，如各种盘菜等。

方便食品还可分为各种主食、副食、汤料、饮料、主副食混合食品等。其中包括婴儿的代乳品、断乳食品、特殊工种的保健食品，为病人的营养食品，以及旅游食品、军用食品等。它们中有的是成品，有的是半成品，有的是供短期保存的袋装食品，也有供长期贮藏的罐头食品。

在这些种类的方便食品中，最重要的一类是快餐食品。它是指配制完善的一餐膳食，使人们无论在家里或是在野外都可以吃到营养全面、热量足够、味道鲜美、经济、卫生的工业化生产的食品。它既是一些食品的感官性状的组合，也是营养科学的具体体现。

最近发展起来的软罐头食品，乃是采用塑料、铝箔等多层复合薄膜袋制成，由于其体积小、重量轻、易开启、能

贮存,所以它是具有广阔发展前途的软包装方便食品。经过高温短时的瞬间杀菌法处理后,在无菌条件下装入经消毒的复合薄膜袋,可以贮存比较长的时间。

方便食品的营养及卫生　方便食品的原料应当是符合卫生要求的优质品,各项指标必需达到国家卫生标准。加工生产上要尽可能地实现机械化、自动化和连续化。工作人员应是经过健康检查,符合食品从业人员的卫生要求。要严格规定卫生制度,尽量少用或不用食品添加剂。包装要严密,容器要消毒。包装可分为大、中、小三种,以便于食堂、饭店、饮食摊点和个人使用,运输、贮存和销售都要有严格的卫生制度。

在设计方便食品的配方时,要针对我国膳食构成的缺陷,提高蛋白质的营养价值。发展方便食品还应有助于解决中、小学生的午餐与营养问题。今后大、中城市发展面包的生产,可以在面粉中加入0.1%—0.3%的赖氨酸作为中、小学生午餐的主食。针对不同类型人群的需要,方便食品还可以用维生素或矿物质强化,但需按营养学知识及有关规定严格控制加入的营养素种类和数量,并在包装商标上注明所加入的营养素名称、数量、生产日期和保存日期,借以指导消费者食用和便于卫生监督。

食品营养强化

食品营养强化(nutritional fortification)是将一种或几种营养素加到食品中去,使食品的营养价值成分有一个合理组成。经过这种处理的食品称为"强化食品"。强化食品可分为三类:

(1) 向过度加工的精白米、精白面或其制品中加入某些营养素。国内食米区过去曾发生维生素B_1缺乏症,是因为大米加工过程中,由于碾磨过度使其中的维生素B_1大量损失引起。为解决这类问题除提倡不要碾磨过度外,还可将维生素B_1加到精白米、面中去,使成强化食品。

(2) 向营养价值不高的食品中加入某一种或几种营养素,以提高其营养价值。如在土壤缺碘地区的食物中因为碘含量过低,常引起地方性甲状腺肿。用加碘食盐供给这些地区可以起到较好的防治效果。

(3) 利用食物的互补作用,将营养特点不同的食物相混,制成配方食品,如米、小麦面粉中蛋白质的赖氨酸含量低,蛋氨酸含量高;反之大豆蛋白质的赖氨酸含量高,蛋氨酸含量低。将两者按一定比例混合,氨基酸之间即可起到互补作用,使蛋白质的质量得到改善。酵母中维生素B_1含量高,绿叶菜中胡萝卜素(维生素A原)含量高,如将以上这些食品和其他必要的食物或营养素相混,也可得到营养价值良好的混合食品,可作为儿童的断奶食品或年老体弱者的辅助食品。

在设计强化食品时必须注意下列事项:

(1) 仔细了解食用对象:必须通过可靠的临床检查、膳食调查、食物消耗量调查等,了解各地区、各类型人群的健康状况、膳食模式、营养素的摄入量等。如果由此证明人群中的某些疾病是由某种营养素的摄入量不足所引起,就可以考虑将该营养素加入到食品中,作为该人群的强化食品。一般常考虑的是婴幼儿、学龄儿童、孕妇和乳母等。

(2) 仔细选择适于加入营养素的媒介食物:最好是选择食用对象必须食用并便于向其中加入营养素的食物。加入的营养素在该食物中应能保持稳定,且不干扰食物本身营养素的利用。

(3) 慎重考虑加入营养素的量:不论从保健、经济、安全和加工工艺上来看,加入营养素的量都是很重要的。如加入量过少,不足以防治营养缺乏病;加入量过多,不但造成浪费,甚至引起不良反应和中毒,氨基酸补充的量和种类不适当就会产生新的营养素不平衡等,这些均不利于人体健康。

强化方法随所选媒介食物和需要加入的营养素性质不同而异。常用的方法有以下几种:

(1) 粉状谷类食物的强化:可在工厂碾磨时将需要的营养素加入,亦可事前将需要加入的营养素先作成混合剂,分成小包装,在进行米、麦碾磨时按一定比例加入混匀。

食品营养强化剂使用卫生标准(试行,1986年11月)

品种	范围	每千克中使用量	备注
氨基酸	加工面包、饼干和面条的面粉	1—2 g	
维生素A	植物油、人造奶油、乳制品	1.0—1.5万IU	
维生素B_1、B_2	加工面包、饼干的面粉	4—5 mg	
维生素C	果汁饮料、果泥、固体饮料	500—1 000 mg 3 000—5 000 mg	果泥量加倍,按冲服体积计算加入量
维生素D	液体奶	400—800 IU	
	奶制品	2 000—4 000 IU	
维生素PP	人造奶油	4 000—5 000 IU	
	玉米粉	40—50 mg	
	谷类粉	40 mg	
铁盐	乳制品	60 mg	以元素铁计
	食盐	1000 mg	
	固体饮料	1000 mg	
钙	谷类粉	3 g	以元素钙计
	固体饮料	20 g	
锌	谷类粉	10 mg	以元素锌计
	乳制品、奶粉	60 mg	
	食盐	1 000 mg	
	固体饮料	1 000 mg	
碘	食盐(地方性甲状腺肿病区食用)	20—50 mg	以元素碘计

(2) 粒状谷类食物的强化：有以下三种方法：①表面涂布法：多用于大米强化，其法是先将欲加入的营养素制成溶液，喷到米粒上，使其附着于表面，为了避免烹调损失，再在米粒外面喷上一层不溶或难溶于水的物质，如玉米胶蛋白等。②浸泡渗透法：本法多用作高浓度强化，即将所要加入的营养素制成浓溶液，将米粒放入浸泡一定时间，取出干燥后即得营养素含量很高的米粒，再将这种强化米按一定比例与普通米混合后食用。③模拟米粒法：此法是将大量营养素加入到某一载体食物中，临用时取适量加入即可。如以小麦面粉或米粉为结合剂，与氨基酸、维生素、矿物质等相混合，并压制成米粒大小的颗粒，或根据各地饮食习惯制成各种不同形状的粒子，然后加热使之胶化。惟加热时温度不可过高，否则营养素易破坏。最后，还可在颗粒外面喷涂一层食用油以防淋洗时营养损失。使用时，按一定比例加入到普通米粒中即可食用。

(3) 其他食品的强化：如将维生素A、D溶入植物油或人造黄油中；将维生素C直接溶于酸性饮料中；将碘化物加入食盐中制成碘盐等。

食物消费结构

食物消费结构是人民的食物选择和消费，符合其农业生产、经济水平和身体素质等方面具体情况的食物组成。吃的选择不仅限于某些食物或营养素，还应考虑到充分利用食物资源，调整食物生产和消费，用以提高人民身体素质。

人民生活水平提高后，总是希望能够在餐桌上有较多的肉食。肉食消费中，猪肉约占85%。实验证明，1 kg猪肉要投入4 kg粮食才能转化出来；1 kg瘦猪肉更要投入多达10 kg粮食才能得到，这比牛、羊、鸡、鸭等畜禽肉要高出1—2倍粮食消耗。吃肉的目的，从营养学的观点是得到优质的蛋白质。各种肉类中蛋白质的含量，鸡肉为22%、鱼为15%—20%、鸡蛋为14.7%、鸭肉为14.5%，而猪肉仅为9.5%。按消费1 kg饲料粮所获得的动物蛋白质计算，肉鸡为110 g、鱼90 g、肉鸭66 g、鸡蛋59 g，而猪肉仅24 g。限于当前粮食生产的条件，只能考虑以较少的粮食投入，获得较多的肉食生产，取得餐桌上量足、质好的蛋白质食物供应，因而饮食习惯中世世代代吃猪肉的习惯就需要加以指导和改变，使食物消费结构符合我国的食品生产实际。

除了餐桌上肉食的消费量增加，还有饮酒消费量的上升也标志着人民生活的改善。据国家统计，1984—1986年仅肉、酒上消耗掉的粮食，每年要增加150亿千克以上。这样持续增长下去，不是大量进口粮食，就是将口粮挤掉。因此，也得极早地作出科学的、合理的食物结构规划来指导生产和消费。

经1982年的营养调查，我国人民膳食中的蛋白质数量基本上是够的，但质量即氨基酸组成还不理想。改善的办法是多吃一些含有较多优质蛋白质的食物。世界上公认大豆是人类理想的蛋白质营养源。它有蛋白质含量高、氨基酸组成好、无胆固醇、其制品易被人体消化吸收等优点。大豆的蛋白质含量有40%，而日常主食中的稻谷、大麦、玉米及薯类平均只有9.5%。1 ha(公顷)地种大豆创造的营养价值，远比现有的粮食作物都高。目前，大豆亩产美国为144 kg，巴西为118 kg，而国内限于农业技术只有他们的50%左右。今后组织研究，迎头赶上，是大有前途的。我国是大豆的故乡，调整我国农业作物生产，将扩大大豆种植面积和研究其利用作为改善人民体质的一项重要措施来贯彻，指导大豆及其制品在膳食中的推广和利用，对我国人民蛋白质营养状况的改善，将是符合我国国情的一项可行措施。

卫生技术措施

城乡规划卫生

规划卫生是对新建、改建、扩建的城市和村镇在规划过程中，通过调查研究，从预防为主的观点出发，根据有关卫生标准，对规划设计部门提出卫生要求，使新建、改建、扩建的城市和村镇，能结合生产，为人民群众创造舒适优美和有益身心健康的生活居住环境。

规划的卫生要求 应考虑充分利用对健康有益的良好自然因素，尽量设法避免、消除或减弱不良自然因素对健康的影响，预防生活居住区的环境受到污染，并考虑到为居民配置各种必要和使用方便的文化、生活福利设施。

用地选择 用地选择是否合理，将影响几代人的生活和健康，是规划卫生中的首要问题。在规划新建城市和村镇时，从卫生学观点出发，必须查阅该地区的气候（包括日照、风向、风速、气温、气湿、降水量等）、地形、土壤、水源和天然绿地等资料，从下列几方面提出卫生要求：①选择城市工业用地的同时，应考虑生活居住用地和卫星城镇规划。②生活居住区要地势高燥，位于日照充分、通风良好的地段，地面要有一定坡度，以利排水，地基要坚固，适于建筑房屋，利用地形特点和自然绿地，避免风暴（如台风）和寒流的袭击；土壤要清洁，土质要利于绿化③有能满足生活和工业用水的水源，水源水质要符合卫生标准的要求；估计洪峰时期对生活居住威胁的程度及利用自然地形的防范方案。④既要考虑原有交通条件，又要避免过境铁路与公路直接穿越生活居住区的不良影响。⑤有充足的用地面积，能适应发展的需要，并避免人口过密及建筑过密。

功能分区 城市和村镇是经济、文化和居民生活的综合体。用地可按建筑的不同功能加以划分。功能分区一般分为生活居住区、工业区、交通运输仓库区和郊区。根据城市和村镇的某些特点，也可设置名胜古迹、风景游览区、疗养区和自然保护区等。

（1）生活居住区：生活居住区是城市和村镇中最重要的部分，是居民生活活动的主要场所。应选择城市和村镇中最安静、方便、空气新鲜和风景优美、最有益于健康的地段作为生活居住区。城市和村镇中可以配置一个或几个生活居住区。生活居住区内应有商店、文化、教育等各种设施和广场、绿地，以及适宜居民集散、便利交通的道路；但不宜有交通干道穿过，以避免噪声和汽车尾气对居民的影响。街道方向要注意不同风向的特点，有利于防寒或防止台风的袭击。

生活区由若干住宅小区组成，住宅小区由若干个住宅街坊组成，每个住宅街坊四周由街道围绕，其中配置有住宅、公共建筑物、服务设施、绿化、道路、空地等组成一个有机的综合体。住宅街坊的建筑密度，是街坊中建筑物所占基地面积与全街坊总面积之比。建筑密度过高时，街坊中的非建筑地区相对减少，房屋的间距、日照、通风和绿化、活动场地等难以保证。

住宅街坊人口密度，指每公顷街坊用地上居住的人口数，与建筑密度有关，是住宅街坊的一项重要卫生指标。根据卫生学要求，人口密度低是好的，但要增加城市建设投资。人口密度过高，势必缩小街坊空地和每人居住面积，影响住宅通风和日照。

住宅街坊内应具有给水、排水、垃圾清除、煤气、采暖等设施。多层建筑物街坊由于人口集中，建筑层数较高，必须有高标准的卫生装备，按较高卫生标准要求。街坊内还应配备为居民服务的各种文化与生活福利设施，如公共食堂、托儿所、幼儿园、小学校、公共浴室、居民服务站等。医院、中学或高等学校、影剧院、大饮食店、百货商店等规模较大、服务范围较广的设施，可配置在小区内或数个街坊的公共用地内。市级行政机构、大型百货商店、大剧院、市级医院等规模大、为全市服务的设施，可设在交通方便的市中心。传染病院、某些专科医院则可设在城市边缘的独立地段内。

（2）工业区：工业企业对城市和村镇卫生条件可产生各种有害影响。如工业排出的烟尘和有害气体，能污染大气；含有害物质、有机物及病原微生物的工业废水，能污染地面水源；生产过程中的废弃物含有毒物质、病原微生物及寄生虫卵等，能污染土壤；工业噪声及交通运输频繁，能影响居民的休息和健康。某些工业还有易燃易爆等危险。因此，工业区应设在生活居住区最小频率风向的上风侧和河流的下游和城市的边缘，以防止工业废气及废水对大气及地面水的污染。大型工业或有“三废”严重污染的企业，应设在一般工业区的最外缘。如按风向和河流方向布置工业有矛盾时，则应将工业企业分成排放废气为主和排放废水为主的两个组，分别根据风向和河流方向配置两个工业区。居住区和工业区之间应有一定的卫生防护距离。配置时可将危害最大的工业（防护距离最大）设置在离生活居住区最远的地段，危害较小的工厂企业可接近生活居住区。

（3）交通运输仓库区：包括火车站、汽车站、轮船码头、飞机场及对外交通运输服务的各种设备、建筑物和仓库用地，其主要危害是烟尘、有害气体和噪声以及交通事故。为了减轻危害，交通运输仓库区应设在城市和村镇边缘。火车站、轮船码头要配置在居民区最小频率风向的上风侧，铁路不得穿越城市。飞机场应远离城市，而机场跑道布置要避免飞机起飞时经过城市上空。仓库应设在交通方便的地方，如铁路两旁、河流两岸。有爆炸危险的仓库，更应远离生活居住区，以策安全。

（4）郊区（农村生产区）：是城市的农副产品主要生产和供给区，为城镇功能分区中必不可少的组成部分。郊区建设对改善城市环境、调节微小气候和防止大风袭击等，均起很大作用。

村镇规划卫生要求 有以下几点。

（1）村镇布点与规模：新农村建设必需考虑村镇布点，布置要因地制宜，在乡政府所在地设置集镇（较大居民点），周围居民点为基层村。在确定村镇布点时，应根据当地的自然条件、作业分布等实际情况和特点，从现有基础出发，考虑到未来的发展。耕作半径，即农民从居民点到耕地周边最远点的距离，一般以2—2.5km为宜。

村镇用地选择，包括原址改建、扩建和选址新建，一般宜选在生产作业区附近。尽可能少占或不占耕地。避开已经标明有可供开采的地下资源或有重要历史遗迹的地方。要尽量避免在地方病高发区和严重自然疫源地布置新的居民点。村镇用地要求地势高燥、背风向阳、地下水位低和交通方便。地面要有适当坡度，一般不<0.5%，以利排水、防潮和保持地面干燥。村镇附近要有水量充

足、水质良好的水源。

(2) 村镇平面布置:村镇的平面布置,要做到合理布局。生活居住区应布置在自然条件和卫生条件最好的地段;建筑物之间有足够的卫生间距,以利日照、采光和通风。对居住环境没有干扰和对卫生影响不大的工业、手工业(如缝纫、刺绣、编织等),可以布置在生活居住区内。凡产生噪声和有害废水、废气、废渣的工业、副业、拖拉机站、车库和农牧业的场院、畜禽饲养场、积肥场等的用地,均应安排在当地居住区最小频率风向的上风侧和河流的下游,与生活居住区保持一定的卫生防护距离,以减少污染。集镇要安排好集市贸易场地,注意卫生管理。水源应优先选用地下水。水源水质要经过当地卫生防疫部门检验。水源要做好卫生防护,水井周围30m以内不得设置渗水厕所、渗水坑、粪坑和垃圾堆;不得施用有毒的农药。以地面水为水源时,取水点周围100m半径的水域内不得停靠船舶、游泳、捕捞和从事可能污染水源的活动;取水点上游1000m及下游100m的水域内,不得排入工业废水和生活污水,沿岸不得堆放垃圾和废渣,不应设置有害物品的仓库和堆场。应尽量实现集中式给水,采取简易自来水或饮用灌溉两用机井供水,逐步实现自来水入户。

排水规划应尽量做到雨水、污水分流。村镇内应有排出雨雪水等设施。雨水排除,可在较大集镇的街道两旁,采用暗沟暗管排水。较大的饲养场、卫生院、兽医站和牲畜屠宰场等排放的有害污水和污物,应进行严格消毒处理,防止病菌的传播。积水坑洼要妥善处理,小的可用素土或无机垃圾填平;大的可蓄水养鱼,种植水生植物,並防止蚊类孳生。粪便要结合当地条件,采用不同形式进行无害化处理。规划中要妥善安排积肥场和垃圾处理场,将其布置在接近农田的独立地段内。

设计卫生审查

设计卫生审查是指对新建、扩建、改建的城乡建设、工矿企业、水利工程、交通工程、公用事业、疗养区、住宅及各种公共建筑等,在地址选择、设计、施工及验收时是否遵守卫生标准及法规,进行审查,以防止被工业三废和生活性废弃物所污染。

对城乡规划、工业企业进行设计卫生审查,应掌握设计是否符合国家规定。凡永久性建筑,必须在规定的造价指标内保证坚固、适用,注意隔声、防寒、防热和必要的公共卫生设施,并在可能条件下尽量做到安静适用;对临时性建筑,则应当以节约为主,尽可能既降低造价,又达到卫生要求。

我国基本建设的设计卫生审查包括的各项工业企业(机电、冶金、轻工、化工、食品、纺织、手工等)、住宅和公共建筑(宾馆、旅社、饮食商店、学校、医院、车站、码头、文体场所等)均应由建设单位根据国家计划部门下达的任务编制设计任务书,经地方计划部门批准后,方能委托设计;属技术改造或技术措施性质的项目,需经地方主管经济的部门批准,方能委托设计。设计文件应经地方主管基本建设的部门批准、包括设计卫生审查的一切手续才能施工。竣工后须经过由各部门组成的验收委员会验收同意,才能正式投产。

我国各级卫生防疫站参加设计卫生审查工作。卫生部门可以对设计任务书中提出的生产工艺设计;厂址选择、劳动卫生、饮食卫生、妇幼卫生、环境卫生及"三废"治理和回收利用方案等,逐一提出意见,从卫生角度提出设计注意要点,使主管局、建设单位、设计单位以及上级有关领导部门了解设计中存在的卫生问题和在初步设计中应当采取的措施。如某一项目危害性确实较严重,还可以建议上级计划部门重新考虑。其审查程序应按照《工业企业设计卫生标准》的内容进行。

(1) 地形:审查内容包括厂址选择是否适当,周围环境与本建设相互之间的影响,是否需设置卫生防护带以及审查卫生防护带的等级(50—1000m)要求。新建工业企业区或城镇与新建居住街坊之间,都必须慎重研究两个区的相互位置和根据严格要求制定必要的卫生防护带。

(2) 总平面布置:审查生产车间、机修仓库、行政管理、生活用房等各种建筑物及给水净化、污水处理、废气回收处理设备、废渣处理场地等,是否都按生产流程及卫生要求合理布置,并由此估计厂区和厂前区之间的间距是否足够。

(3) 工程的使用性质:结合本工程生产特点(指是否产生烟尘、有害气体、废渣、废水及其质和量)和四邻建筑物使用情况,审查设计文件中是否对上述废弃物已提出相应的净化处理方案。

(4) 工程的建筑密度、标高:根据建筑物性质及地区的特定情况,审查建筑密度和绿化面积。对标高应注意是否会遭水淹。

(5) 生产车间建筑物设计审查:①建筑物形式:审查车间外形、层高、面积,车间高度和面积是否符合卫生要求。②建筑物朝向:应根据当地气象条件、风向频率和风速大小,慎重考虑车间的朝向。凡高温车间或产生有害气体的车间,应认真审查是否充分利用自然通风改善车间空气卫生环境。③建筑物间距:审查车间之间的间距,除满足消防安全通道外,还须满足自然采光及日照的需要和自然通风的要求。④建筑物的分隔:凡产生有害气体、高温、粉尘、噪声等工段,应有分隔处理,使之互不干扰。⑤建筑构造:审查通风、采光情况。根据建筑物使用性质要求,采光口面积与地板面积的比例应不少于1∶5—1∶8,并审查建筑物围护结构的隔热、保暖性能,是否能适应当地的炎热或寒冷气候。⑥卫生技能措施:审查采暖、通风、防暑、降温、防尘、排毒、人工照明、工业三废回收处理等技术设计,是否符合卫生要求。

(6) 生活福利设施审查:①厨房食堂:从饮食卫生要

求审查厨房食堂应有便于保持清洁的环境，面积能满足使用要求，室内要用防水而光洁的材料作地坪及墙面，以便冲洗打扫。应有为炊事员专用的淋浴、厕所、更衣室和休息室。②厕所、浴室、女工卫生室：应创造条件设水冲式厕所，如必须使用干式厕所则应考虑防蝇设备，并应慎重审查各种厕所的粪便无害化措施。浴室应尽可能用淋浴，凡女工超过100人的单位都应设女工卫生室。③办公室、医务室、托儿所、托婴室：应各保持适当距离，各有专门的出入口，托儿、托婴室出入口应有晨检室及隔离室。儿童生活室最好用木质地板。④值班室、单身宿舍、家属宿舍：为了适应三班生产，厂前区可允许设一些值班室。家属宿舍则必须设在厂外居住街坊内。

(7) 给排水设计：①给水：审查给水方式，重点在水源卫生防护、净化设计和消毒措施。水质水量必须满足生产及生活用水要求，生产与生活用水应分两个给水系统。如果条件允许，还可另设消防给水系统，以防污染生活用水。②排水：排水系统应以分流制为宜。必须做到清浊分流。工业废水必须有回收利用或废水处理设备，处理后应符合当地的“排放标准”。

国内现有自然村，一般没有进行过全面规划。为了适应当前农村形势，农村应以改土、治水为中心，结合农业及乡镇工业的发展，对山、水、田、林、路、村通盘考虑，统一规划。村镇规划设计审查是卫生部门根据农村卫生特点，在考虑农村自然条件、经济情况、人口资料以及与规划有关的影响人民健康和某些疾病因素的基础上提出卫生要求，使农村规划设计更为完善。

规划设计的卫生审查包括村镇用地选择、功能分区、各项卫生工程设施、道路绿化等。也应对村镇住宅建筑设计进行审查。

(1) 住宅：①根据当地纬度及风向，正确选择朝向，以满足冬季能获得最大限度日照，夏季避免过度日晒。一般使建筑物长轴与赤道平行比较理想。前后建筑物之间要保持一定的间距，一般为房高1.5—2倍为宜。②根据各地农民习惯和生活特点，在住宅平面设计中合理布置堂屋、卧室、厨房和杂物室。主要房间应有较好的朝向、日照和采光。在炎热地区要设前后窗或侧窗，尽可能得到穿堂风。③居室的规模根据各地具体情况决定，主要房间的净高，以2.8m、3.0m为宜。④室内应保证自然光线充足，一般居室采光面积与地板面积之比要求1∶8—1∶10。

(2) 院落：①根据各地农民习惯，合理布局。一般猪圈、羊圈、厕所、鸡鸭兔窝等，不要近居室，最好设在居室的后边。②厕坑应用不透水材料建成，防止污染水源。③猪圈地面应坚固不渗漏，围墙应砌建牢固，饲槽要便于冲刷，并设有方便的出粪口，便于清扫。有条件的地方可提倡修建沼气化粪池。④鸡鸭兔窝，应砌建整齐牢固，围栏圈养，保持院内整洁。⑤在院内取用浅层地下水作饮用水源时，必须选用不易渗漏的材料修筑污水沟。水井要与厕所、猪圈保持一定距离。

学校和幼儿园建筑设计卫生

学校和幼儿园建筑设计卫生是对少年儿童机构(幼儿园、中学、小学)的建筑进行规划设计时，要考虑到各种环境因素对正在成长中的儿童少年健康的影响，按照一定的卫生标准和要求，对以教室(活动室)为主体的建筑物进行合理的设计。根据不同学龄和学前儿童的学习和生活要求，学校和幼儿园的设计安排有较明显的不同。

中、小学校舍配置 学校用房大致可分三类：①教学用房：如教室、实验室、健身房及生产劳动室等。②教学辅助用房：如阅览室、教研室、行政办公室等。③生活用房：如宿舍、食堂、休息室、厕所等。在总体设计上应以教室为主体，适当配置其他用房。

教室应有良好的朝向，初级班尽量设置在楼下。教室和经常使用的房间不得设在地下室或半地下室内。通常在走廊的一面(单面走廊)或两面(中央走廊)不应超过6—8间教室。设计教室的窗户时应考虑学生能清楚地看到远景，以利于眼肌调节得到放松。教室的主要窗户不宜面向喧噪的街道。中央走廊的宽度应为2.5—3m，以供学生课间休息和活动，也有利于教室通风。在每层走廊的两端设置厕所和楼梯。校舍的出入口及楼梯应便于学生在短时间内能从楼内到楼外活动。楼梯的坡度不宜>30度。根据儿童步伐的平均长度和体力负担，楼梯踏步的深度(踏面)应为27—30cm，踏步高度为12—16cm。楼梯的宽度根据校舍不同层数、每层的班级数和人数，可以有所不同，一般不宜<140cm。楼梯栏杆的高度不宜<90cm，栏杆上应设有突出部分以免儿童在上面滑动。为了安全不宜设计成螺旋式楼梯。其他教学和教学辅助房间应设在最方便的地方，如卫生室应设在楼下。实验室房间较大，应设在楼的两翼以便双侧采光。音乐教室应配置在不干扰教学的地方或单设在校园的另一处。学校行政办公用房应设在底层或楼的一边。化学实验室应有避光及防晒设备以防止化学药品变质，并应放在教学楼的最上层，以免有害气体污染其他各室。为排除有害气体应安装机械通风装置。

为了保证在恶劣的气候条件下，学生也能进行体育活动，有条件的学校均应设置健身房(体育活动室)，并可兼做礼堂。其地面最好用耐磨的木料制成，窗应尽量开大，两侧采光。有条件时可设室内游泳池。

学生宿舍的环境应保证学生的睡眠和休息。要注意通风、采暖、防噪声并有良好的日照条件。每间卧室人数不宜过多，每人占面积不<2.5—3m²。室高应在3m以上。卧室内应有放杂物的衣柜。盥洗室应邻近卧室，每5人设一盥洗用水龙头。每20人设一淋浴用水喷头。在寄宿学校内应设置有1—2个床位的隔离室。

男、女厕所应分别设在每层走廊的两端，厕所的入口处应设前室，可避免厕所的气味直接外溢。前室内应设洗

手盆和冲洗拖把用的水池。每 40 名男生设一大便池和两个小便斗或设 100cm 长的小便槽;每 20—25 名女生设一大便池。大便池最好用水冲蹲式。为保证女生经期卫生的需要,中学应为女生设立卫生间。室外厕所不宜离教室过远,应设在教室、宿舍的下风向。厕所要经常消毒和清扫,应有防蝇设备及水龙头,以备洗手及打扫卫生。

寄宿学校的食堂面积(包括厨房)应按每人 1.25—1.4m^2设计。厨房和食堂不宜设在教学楼内,以免厨房的噪声、水蒸气和气味等影响其他房间。厨房和食堂要有良好的防蝇、防鼠设备。有寄宿生的学校应专设开水间,以便为学生热饭或兼烧开水。应在教室附近或走廊内设贮水器以供给充分、安全的饮用水,夏天备冷开水,冬天备热开水,以满足儿童少年学习期间的饮水需要。

幼儿园用房的配置 幼儿园各室的设计应保证儿童生活、卫生制度的顺利进行,如睡眠、进餐、户外活动、作业、游戏和盥洗等;设计时尚应注意安全设施(防水、防电、防外伤),如儿童用室的室内棱角应做成圆角,尽可能避免凸出的物件等。幼儿园建筑不宜超过两层。小、中班设在楼下,大班设在楼上。为了便于儿童上下楼,楼梯每一踏步不宜高于 12cm。儿童用室的配置应使每班都有一套专用的房间,包括活动室、卧室、盥洗室、挂衣室(可兼作收容室)、厕所和贮藏室,以便于传染病的管理。

活动室是幼儿园儿童的活动中心,应以活动室为主配置其他生活用室。为保证儿童作业、学习、游戏和进餐等活动,活动室应有足够的空间,以放置儿童用家具和大型玩具,每名儿童所占面积不应<2.5m^2,室内净高不低于 3.3m。为保证有充足的日照,窗应向南。窗高(由地面至窗上缘)不低于 2.8m。采光窗玻璃面积与地面积之比不应<1∶5—1∶6。为便于儿童在室内向外远眺,窗台距地面高度应为 50—60cm。东西向的活动室在夏季应有防晒,遮阳设备。活动室地面应铺上地板,以利保温、防潮和清扫。

全托幼儿园儿童卧室内,床头间距应为 0.5m,两行床间距应为 0.9m,以避免儿童睡觉时紧密接触,减少飞沫感染的机会,也便于保育人员在床间行走照顾儿童。

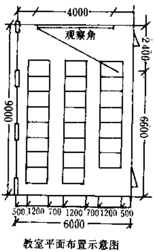
盥洗室宜位于厕所与活动室(或卧室)之间,以免厕所内臭气直接进入室内。每个班的盥洗室和厕所内应设盥洗台和水龙头 5—6 个,大便器 2—3 个及小便池一个。如为寄宿儿童,应设淋浴池一个。挂毛巾的设备应注意使每条毛巾间有一定距离,避免互相接触。

中、小学教室设计卫生

教室是学生在校学习的主要环境,为了保障学生的身心健康,保护视力,提高学习效果,教室设计的主要卫生要求是:有良好的采光照明和通风换气条件,防止噪声,避免拥挤,便于清扫和培养学生良好的卫生习惯。

教室大小及设计依据 教室大小主要依据学生人数而定。中国教育部 1981 年关于《中等师范学校及城市一般中、小学校舍规划面积定额(草案)》规定,中学每班人数为 45—50 人,教室面积 53m^2,每人占 1.06—1.18m^2。小学每班人数为 40—50 人,教室面积为 47m^2,每人占 1.04—1.18m^2。教室一般长为 8—9m,宽约 6m,长与宽之比为 4∶3 或 3∶2;室高一般中学为 3.5—3.7m,小学 3.3—3.5m,使每名学生所占容积(气积)达到 3—4m^3。在居民点比较分散的山区、农村,如果估计每班学生人数较少时,教室也可相应设计得小些。

教室大小除考虑所容纳的学生人数外,还必须依据相应的课桌椅数及一定的活动面积进行安排(图)。由于儿童少年听觉和视觉的生理卫生特点,教室不宜过长,第一排课桌前缘至黑板的距离不应<2m,最后一排桌子后缘距离黑板最远不超过 8.5m。为了使前排两侧的学生能看清黑板上的字体,应保证学生视线与黑板远端间的水平角度即观察角(又称水平斜视角)不<30°,否则容易导致视觉疲劳及引起斜视。为便于儿童出入,各列桌椅之间应有 50—70cm 宽的通路,当每室人数不超过 50 人时,可把课桌椅摆成 3 列(每列 2 人),两侧的课桌椅与墙壁之间的距离应不<50cm,这样既便于教师照顾学生,又有利于学生的学习和健康。教室的黑板长为 3—4m,宽 1m左右。黑板下缘高(距地面)应相当于就坐时学生的眼高,小学约为 0.8—0.9m,中学约为 0.9—1.0m。



教室平面布置示意图

(单位mm)

新建的电化教室同样不宜过长,以免影响视听效果。室进深也不宜过大,以免形成过小的观察角。为利于视、听器官的发育和提高学习效率,室内噪声应控制在 40dB以下。

教室自然采光和照明,见"采光"、"照明"条。

室内采光状况是由多方面因素决定的,除受教室朝向、采光系数、室外遮挡物及室内墙壁色调影响外,还受

气候、季节、时间、地区等影响。为综合评价教室的采光状况，常用自然照度系数——即室内课桌面的照度与同时室外开阔地自然光照度的比值(%)来表示。因学习是精细工作，教室内最暗课桌面的自然照度系数不应低于1%—1.5%(最好能达到3%—5%)。为使室内各部分的照度相差不致过大，教室内(包括桌面)最小与最大照度之比不应低于1：10，以造成较好的亮度对比环境。双侧采光可增加照度并使照度分布均匀。单侧采光的教室内，靠内墙侧与近窗侧的课桌面上照度相差很大，可考虑加设适宜的人工照明器，以备不时之需。

医院设计卫生

医院建筑设计卫生是对医院建筑在设计时注意创造各种良好的卫生条件，如充分的绿化、新鲜的空气、适宜的微小气候、安静的环境等，以促使病人早日恢复健康。医院内由于各科病人高度集中，在建筑设计上应防止病人之间、工作人员和病人之间的交叉感染，还需兼顾方便病人就诊及治疗，便于处理各种废弃物等要求，因此设计要求比一般建筑要高。

(1) 医院用地选择：①医院应选择在日照良好，环境洁静的独立地段；应远离火车站、飞机场、垃圾场、污水处理厂、工厂和交通干道。最好建立在交通方便的靠近干道的支路上。②普通医院、非传染性的专科医院、产院和儿童医院可设在居住区内。结核病院、精神病院和传染病医院则应设在市郊。③医院应有足够的用地面积，以便进行绿化及保证建筑物之间的距离。一般综合医院的用地面积为每床80—130m^2。教学医院和有传染病区、放射性或其他污染而需要隔离地带的医院可采用上限。用地面积分配比例以通道用地占20%、绿化用地占60%、建筑用地占20%为宜。

(2) 医院建筑布局：①分立式：把医院各部门分别设置在各单独的建筑物内。此种形式用地较多，建筑费高，但易于隔离。适用于传染病院、结核病院和精神病院等。②集中式：将医院各科室均设置在一个高层建筑物内。这种形式用地较省，但易造成院内各科病员之间交叉感染。③混合式：把多数医疗科室设在一组主体建筑物内，传染科及洗衣房、营养室等单独建筑，门诊和产科亦分别建筑并邻近主体建筑物。混合式建筑兼有集中式及分立式的优点，较适于综合性医院的建筑布局。

(3) 医院功能分区及总平面布置：①医院的功能分区需要考虑卫生要求及便于管理，一般分为三个区：门诊部和行政管理区，可设在靠近医院入口处，门诊部距街道主干道10m以上，以减少街道噪声和尘土等不良影响；住院部及其附属建筑区设在医院内最良好的地点；杂务辅助性建筑区，包括厨房、洗衣房、锅炉房、汽车房、仓库等，应设在医院的一侧或后侧，住院部区临街应有单独出入口。上述三个功能区之间需有足够的间隔距离并进行绿化。②为满足建筑物内日照和通风的要求，建筑物间距约为建筑物高度的1.5倍。为了防止或减轻街道噪声、尘土和有害气体(如汽车排出废气)的不良影响，在医院用地周围15m的地带设置卫生防护带。③公共出入通道：包括医院出入口、各医疗建筑出入口、走廊、楼梯、电梯等，应注意防止交叉感染。100张床位以下的医院，至少应有两个出入口，一个供病人用，一个供工作人员或通往辅助性建筑区之用。100张床位以上的医院可按具体情况增辟出入口。医院中清洁物品与污染物品的通路，传染病患者与非传染病患者的通路等均应分开。太平间应有独用的出口，设在较隐蔽的地方，周围用绿化适当隔离。

(4) 门诊部：门诊部的规模以平均每日门诊人次表示。规模较大的门诊部应是一个完整的医疗机构，具有与完整医院相对应的科室，以便使住院病人都经过门、急诊而收容住院。各房间的设置应按照诊疗的顺序安排。如门厅→挂号室→候诊室→诊疗室→药房→出口。做到既方便病人就诊，又减少接触感染机会。传染科应单独挂号，并有单独的出入口。儿科门诊应与成人门诊分开，并设预诊室或预诊过道。病儿在预诊室先经一般观察，如发现有传染可疑，即送隔离诊断室诊察，隔离诊断室应设专用出口。候诊室应分科设立。急诊室须有单独出入口，并设观察室，暂时收容疑似传染病人、垂危不宜移动的病人、不需要住院而暂时不宜回家的病人。观察床位可根据需要适当增减，一般按医院总床数的5%设置。门诊部应与住院部完全分开，最好分设在两座建筑物内，但相距不远。

(5) 出入院管理处：是住院病人办理出入院手续必需经过的部门，最好设在急诊室与病房连接处。各房间安排，应根据病人入院程序排列，使病人按一定方向移动，以免交叉污染。

(6) 住院部：由各科病房组成，为了有效地治疗与护理病人，病房一般根据疾病种类加以区分。每个专科病房又可分成若干护理单元，每个护理单元包括一定床位。传染科、小儿科、妇产科和烧伤科病房以30张床位为宜，由一组医师、护理人员负责。某些病种在有条件时可设监护病房。每个护理单元应设有医师和护士办公室、治疗室、特殊检查室、盥洗室、厕所、污物室、贮藏室等。病房大楼应设置阳台和游廊以供病人户外活动。

病室是病房最主要的组成部分，应保证病人有良好的休养环境。为此病室应布置在病房大楼朝阳的一侧(南、东南)。单人病室应有相应的面积；两人病室约为每床6m^2；6人以上的病室，每床为5m^2；全隔离病室每床为14m^2。单侧采光的病室深度以不超过6m为好。如设两排横式床位时，两排床之间的最小间距为1m。鉴于轻度咳嗽时飞沫传播可达2—3m远，故呼吸系传染病房中两排床位之间的距离应不＜2m。每个护理单元应有1间1张床位的隔离室，以便安置重危、濒死或疑似传染病的

病人。

手术室：为使病人在最安全的条件下接受手术治疗，尽可能减少和防止手术过程中感染。手术室应设在外科病房附近的楼房建筑上，组成一个独立单元。通常每30张外科病床需有一个手术室。手术室应朝北，避免日光直射到室内，地面应为平滑易于清扫的不透水材料，要求设置良好的照明装置。手术室布局一般分为三个区：无菌区（无菌手术间、洗手间）；清洁区（敷料室、器械室、护士办公室、更衣室后部等）；非消毒区（更衣室前部、一般小手术室、石膏固定室等）。三个区域的流程按单方向通过。手术室需有高效率的空调设备，以保持室内良好的微小气候。为了提高手术质量，手术室还需严格控制室内尘埃和微生物，减少和控制空气中悬浮物，以达到空气净化的目的。有条件的手术室可安装净化设备，如通风设施中使用特种过滤器将空气过滤，尽可能把手术区域的悬浮物排除。

放射科：为了防止X线对人体的辐射作用，X线室可设在建筑物一翼的末端，其墙壁、天花板、地板需按所用X线机电压的要求设置不同厚度的防护层（如厚砖墙或用钢筋混凝土板）。机器室的墙壁和门应设防护铅板，以免射线透过。

同位素室：是一个与全院各医疗科室配合诊断和治疗的独立科室，最好设于单幢建筑物内或设于一个独立单元内。根据放射性核素的工作性质和核素用量大小，大致划分为四种放射性水平区域。①清洁区：此区放射性水平接近本底值。②低活性区：低于千贝可勒尔（微居里）水平的示踪试验室，如测量室、动物解剖室等。③中活性区：门诊诊察室、扫描室、注射室、洗涤室等。④高活性区：放射源贮藏室、分装室、洗涤室、更衣贮藏室、外照射室等。高活性区及其他各室应根据放射源的种类、强度提出不同的墙壁厚度要求。如为外照射源，墙壁须有足够厚度。开放性放射源，则须有密闭的工作箱和通风橱。工作室的地面墙壁、天花板、门及台面都应采用光滑无缝不易透水的材料。地面、墙角都要做成圆形或钝角，便于冲洗。地面应有坡度。墙壁在距地面2m以内应涂耐酸油漆便于清洁。测量室、污物贮存室、污水处理室，应根据使用的核素半衰期长短和每日用水量，设污水贮存池，达到排放标准后排入公共下水系统。通风机房应将排出废气过滤，以防止大气污染。

（7）给水、排水和废弃物清除：按每床每日供水100—150L；每名门诊者10L（不包括消防用水和水疗用水）设计。排水系统和市区下水道接通或设置小型下水道及净化设备（如化粪池），厕所尽量用冲水式。垃圾可设小型垃圾焚化炉处理。传染病房污水应消毒处理后才能排放。

给、排水设计卫生

给、排水设计卫生是在基本建设中对给水和排水工程设计中提出卫生要求。审查给水工程时，应以国家颁发的《生活饮用水卫生标准》为依据。

（1）水源选择：以地面水为水源时，水量应充足，水质须符合工业企业设计卫生标准地面水水质卫生要求，并应能建立水源卫生防护措施；以地下水为水源时，所采用的深层地下水水量、水质均应符合卫生标准。

（2）水源卫生防护：取水点上下游或周围防护带内，严禁一切可能污染水源的活动。水厂生产区或单独设立的泵站、净化、消毒设备和清水池的外围应严禁有污染物污染环境。

（3）水厂和管网设计：水厂设计应结合近期和远期规划，计算工业企业用水量、生活饮用水量。采用较大河流为给水水源的水厂取水口，在不妨碍航行的条件下，应尽可能伸向江心。在岸边取水时应做内凹驳岸。取水构筑物最好采用沉箱式吸水井，吸水管设在沉箱中部并应下伸至最低水位以下，以保证进水。给水管道尽可能环形联通，避免盲端积水，以致日久变质。

排水设计卫生审查：为了保护河、湖、水库和近海等水体的水质，卫生机构应根据工业企业设计卫生标准和其他有关标准，预估排水水体的工业废水和生活污水经混合稀释后是否能达到地面水水质卫生要求和海水质量标准要求。按规定，无论是工业废水或生活污水，在排入水体前，均应经过适当的预处理。新建工厂、企业，在设计、建筑、施工中，均应将废水处理措施列为建设项目之一。

旅游旅馆设计卫生

旅游旅馆是供国内外旅客在旅居中生活居住（包括用餐、娱乐）的公共场所。国内的旅游旅馆（宾馆、饭店、酒店）根据房间、设备和陈设，可分为四级。旅游旅馆设计卫生，除注意选址（选在环境清洁、地势高燥、安静方便的地点建造）外，在管理上要注意根据旅客来自四面八方、流动性大的特点，注意防止疾病传播，为旅客提供清洁卫生、舒适安静的休息环境。

总平面布置 旅游旅馆除客房外，根据需要还可附设各种餐厅、会议厅、多功能厅（用作展览、茶室、跳舞）、商场、运动场所（健身房、游泳池）等。这些附设厅室如同时向非本旅馆旅客开放，应通过电梯、过道、专用出入口等与客房主楼分开，避免在本旅馆住宿的旅客与去餐厅用膳或去会议厅、多功能厅活动的顾客混杂。

客房 客房应尽可能朝南或东南，有良好的日照。净高一般为2.7—3m。旅游旅馆标准客房每房一般设2张床。

一级旅馆客房净面积应在 20m²以上，空调设备能单独调节，以保证有舒适的温、湿度和新鲜空气的补给。客房设备包括彩色闭路电视(457mm以上)、电话、冰箱、音响设备、唤醒器、遮光窗帘和调光器、高级地毯和陈设、消防装置，以及具有良好的隔音性能。

二级旅馆客房净面积在 16—20m²左右，空调设备能保持符合卫生要求的温、湿度(见表)和新鲜空气的补给。客房设备包括 355mm以上的彩色闭路电视、电话、冰箱、音响设备、唤醒器、遮光窗帘、上等地毯和陈设、消防装置，以及良好的隔音性能等。

三级旅馆客房净面积在 14—16m²，有能补给新鲜空气的空调设备或窗式空调设备。客房设备包括 355mm彩色电视、电话、地毯、厚窗帘、中等装修和陈设，并有良好的消防条件。

四级旅馆客房净面积在 12—14m²，块料地面。如设 3 张床，净面积应相应增大。

客房卫生管理　一、二级旅馆枕套、被套、床单，应每天更换清洗，保持洁白、无污迹或破洞。三、四级旅馆枕套、被套、床单应保持洁白、无污迹或破洞；长期旅客应每隔 3—6 d更换一次，短期旅客一人一换。一、二、三级旅馆客房茶具(茶杯)应每天消毒包装或用一次性茶杯。四级旅馆茶具应每天清洗消毒。地面及沙发每日用吸尘器吸尘。

卫生间　旅游旅馆客房均应有独用的卫生间。一、二、三、四级旅馆浴盆长度应分别不<1.68m、1.52m、1.38m和 1.22m。一、二级旅馆卫生间设备包括有梳妆台的双面盆、低噪声便器、良好的排气设备、照明和电话。三、四级旅馆卫生间应有面盆、便器和良好的排气和照明设备。

卫生管理上，一、二、三级旅馆应全天供应热水，四级旅馆每天有 6 h以上供应热水。一、二级旅馆客房便器应每天擦洗、消毒一次，并加封纸条。三、四级旅馆客房便器应每天擦洗消毒一次。浴盆、面盆均需每天擦洗。一、二、三级旅馆卫生间均应每天更换洗净经熏蒸消毒并烘干的毛巾、浴巾，并供应香皂、卫生纸。

公共设施　旅游旅馆的公共设施包括餐厅、咖啡厅、酒吧、多功能厅、商业服务中心(提供电报、电传、传真、国际长途电话、复印、翻译、秘书等服务)和体育设施、游泳池、桑那浴(sauna)、蒸汽浴、热水射流盆浴、洗衣房、医务室、商场、庭园绿化等。

热水射流盆浴的水温应不超过 40℃，水深在 1.2m以下，坐位处水深 0.6m以下，盆边应设安全扶手，池水应经过滤消毒才能回用。

旅游旅馆空气调节通风温湿度要求见附表。

旅游旅馆空气调节通风温湿度要求

旅游旅馆等级		一级		二、三级		四级	
地点	参数	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
客房	温度	24—26℃	20—24℃	24—26℃	20—24℃	25—28℃	20—24℃
餐厅		24—26℃	20—24℃	24—26℃	20—24℃	25—28℃	20—24℃
门厅、走廊		24—26℃	18—22℃	26—28℃	18—22℃	26—29℃	18—22℃
客房	相对湿度	50%—60%	40%—50%	65%	>30%		
餐厅		55%—65%	40%—50%	65%	>30%		
门厅、走廊		55%—65%	30%—40%	65%	>30%		
客房	新风补给量	$50m^3$/人·h		$30m^3$/人·h			
餐厅		$25m^3$/人·h		$20m^3$/人·h			
门厅、走廊		$7m^3$/人·h		$5m^3$/人·h			
客房	室内风速	0.2m/s		0.25m/s			
餐厅		0.25m/s		0.3m/s			

采光

采光是利用天然光解决建筑物内光照的措施。采光与人工照明相比其优点是：①天然光为人们所习惯，因此在同样的照度时，天然光下人的辨认能力强。②天然光中的紫外线还具有杀菌和保健作用。③充分利用天然光可节约能源。其缺点是天然光多变，阴雨天室内光线不足；晴天，特别是南方的中午，室内光线过强，会产生过热或眩光。

车间采光卫生　室外照度经常变化，影响室内照度的稳定性。所以对天然采光的要求，不能用照度绝对值表示，而采用照度的相对值，即以采光系数(也称自然照度系数)(C)表示。采光系数是指室内某水平面上天然光照度(E_n)与室外受整个天空半球散射光线照射的水平照度(E_w)之比，即：

$$C=\frac{E_n}{E_w}\times 100\%$$

不同生产环境对视觉的要求不同，采光系数的要求也不一样。中国《工业企业采光设计标准(TJ33—79，试行)》按视觉工作特征规定了五级采光系数最低值以及室内天然光照度最低值，如下表所示。

生产车间工作面上的采光系数最低值

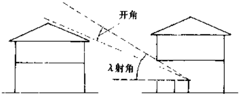
采光等级	视觉工作分类		室内天然光照度最低值(lx)	采光系数最低值C(%)
	工作精确度	识别对象的最小尺寸d(mm)		
Ⅰ	特别精细工作	d≤0.15	250	5
Ⅱ	很精细工作	0.15<d≤0.3	150	3
Ⅲ	一般工作	0.3<d≤1.0	100	2
Ⅳ	粗糙工作	1.0<d≤5.0	50	1
Ⅴ	粗糙工作	d>5.0	25	0.5

注：采光系数最低值是根据室外临界照度值为5000 lx时加以制定的。如采用其他室外临界照度值，则采光系数最低值也应作相应的调整

与室内最低照度相对应的室外照度，称为临界照度，即需要开启或关闭人工照明时室外照度的界限值。按《工业企业采光设计标准(TJ33—79)》规定，临界照度为5000 lx。据此可将室内天然光照度最低值换算为采光系数最低值。这是综合考虑工厂视觉工作的特点、我国光气候情况和目前经济水平等而制定的。

除采光系数要符合要求外，还要求采光的均匀性良好，不产生眩光和不使室内过热。天窗采光时，Ⅰ—Ⅳ级视觉工作的采光均匀度，即室内采光系数的最小值和平均值比宜<0.7。侧窗采光时照度沿房间进深衰减很快而分布不匀，只能保证有限进深范围内的照度符合卫生要求。故房间进深一般不宜超过窗高的2倍，更深处的位置宜用人工照明补充。为克服侧窗采光时照度的剧烈变化，可用乳白玻璃、玻璃砖等扩散透光材料，或采用将光线折射至顶棚的折射玻璃来提高房间深处的照度，在气候炎热的地区或季节，应尽量避免直射阳光进入室内以防止眩光和过热。

住宅采光卫生 住宅采光的要求一般以三种指标来表示：①窗玻璃面积与室内地面面积之比，应根据房间用途的不同而异。起居室、工作室为1∶8—1∶10。走道、楼梯、储藏室等为1∶10—1∶12。这种指标没有考虑到周围建筑物和树木阴影等的影响，因此即使这个指标完全相同的两个房间由于上述条件不同，会得到差别很大的采光效果。为了考虑对面建筑物的阴影作用，可补充入射角和开角两个指标的要求。入射角指室内工作点水平平面与采光口上缘的连线所形成的夹角。开角即室内工作点与对侧遮光物最高点的连线和工作点与采光口上缘连线之间所夹的角(如图所示)。一般规定入射角不应<27°，开角不应<4—5°。②自然照度，是表示天然光线所造成在受照表面上单位面积的光通密度。



入射角和开角

照度的单位是勒克斯(lx)，1 lx相当于每平方米受照面积上均匀分布着1流明(lm)的光通量，可用照度计来测定。根据实验研究结果证明，昼间如要基本满足视功能的生理要求，室内的自然照度至少需达到50 lx，最适宜为100 lx。因照度在50 lx以下时，明视持久度下降速度较大；100 lx时，下降速度则很小。③自然照度系数，它全面地考虑了影响室内采光的各个因素，如当地光气候特征、采光面积大小、采光口的透光率、位置和形状、相邻建筑物的遮挡情况等，能全面地反映出室内的采光条件，是比较科学和全面的一个采光评价指标。在卫生上规定的最小自然照度系数，居室为0.5%，卫生间、楼梯及走道为0.3%，阅览室为1.9%。

教室采光卫生 教室自然采光的卫生要求主要是使各课桌面和黑板面不仅有足够的照度，而且照度的分布比较均匀，避免出现眩光(耀眼)现象。为使课桌面有较大的照度，教室采光窗的面积要适当加大，窗上缘应尽可能高。窗的透光面积与地面面积之比，不应<1∶4—1∶6。室深系数——即窗上缘高与室深之比，不应<1∶2。单侧采光时，光线应来自左侧，以免造成手部阴影。为减少眩光，设置黑板的墙壁上不宜有窗。侧面窗下缘的高度(即窗台高度)也不宜超过0.8—0.9 m，以免造成靠墙课桌面上的照度不足。各窗的间隔不应大于窗宽的二分之一。

教室外建筑物、树木等的遮挡，对室内采光影响很大。为使离窗最远课桌面获得较好的照度，要求开角不<4—5°，对面建筑物至教室之间的距离不小于该建筑物高的2倍。窗玻璃、墙壁、天棚以及室内设备的色调，对室内采光、照明有很大影响。

教室内最暗课桌面的自然照度系数不应低于1%—1.5%(最好能达到3%—5%)。为使室内各部分的照度相差不致过大，教室表面(包括桌面)最小与最大照度之比不应低于1∶10。

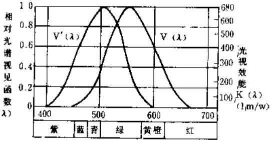
照明

照明是有利于视觉的光源。光源可以是自然的，也可以是人工的。

照明的物理量 可见光是一种能引起视感觉的电磁辐射，其波长范围为380—750nm；光量子的能量相当于

3.1—1.65eV，其能量水平相当低，故对人体皮肤无直接生物学作用。可见光能被视网膜细胞通过光化学反应转化为视觉。视网膜上对入射光产生反应的受体细胞是杆体和锥体细胞。锥体细胞能对较高的照度起反应，其活性水平通常以白昼为高，它对区别物体细致部分起作用。杆体细胞在视网膜周边较多，它可提供更广泛范围的视觉。杆体细胞和锥体细胞对不同波长反应的灵敏度不同。光谱中对杆体细胞照明效率最高的是 510nm，而对锥体细胞则是 555nm。

在可见光谱范围内，不同的波长被眼睛区分为不同的颜色（光色），且不同波长在相同辐射能量下所引起的视感觉强度（光感觉量）也不同。在白昼条件下眼睛对波长为 555nm的光辐射（绿色）最灵敏；通常假设其光感觉量为 1，则其他可见光波长的光感觉量均<1，如图中V(λ)曲线所示（对不同波长的光感觉量的假定值称为相对光谱视见函数）。随着眼睛适应的亮度下降，曲线向短波方向移动。夜视觉时，曲线如图中V′(λ)所示，其感觉灵敏的峰值在 510nm处（蓝绿之间）。



光视效能和相对光谱视见函数曲线

(1) 光强：即发光强度，指发光体发射光束的密度，表示光源在一定方向范围内发出可见光辐射的强弱程度。国际单位制(SI)对光强所定的单位为cd（坎德拉）。

(2) 光通量：人眼能感觉到的辐射能量。一个光源在单位时间内所发出的各可见光波段光束的总和，称为光源的总光通量，单位为流明(lm)。

虽然一个光源发出的光通量是恒定的，但是加上不同的灯罩后，光束在空间分布的密度（也就是光强的分布）却不同。例如 700W的白炽灯加广照形灯罩，其正下方的光强为 194cd，如果换成配照形灯罩，则为 259cd。

(3) 照度：指物体表面被照明的程度，用单位面积所接受的光通量来表示，单位为勒克斯(lx)，即lm/m²。

在 100W白炽灯泡下 1m处的照度约为 80 lx。中午阳光下室外照度可达 10^5lx。通常用照度计测量照度。

(4) 亮度：表示发光体或反射光表面发光的强弱，即从某一指定方向所观察到的，在该方向上单位投影面积所发出的光强。亮度单位为cd/m²。

荧光灯管的亮度约为 10^4cd/m²，白炽灯灯丝约为 200×10^4—7500×10^4cd/m²，而太阳的亮度约为 16×10^8cd/m²。

一个物体能被看见，是由于它所发出的或反射的光具有足够的亮度。而日常所看见的东西大多为非发光体，它们反射光线的强弱取决于照度的大小及反射率的高低。在同样照度的情况下，浅色物体的反射率高，亮度就大；相反，深色物体的反射率低，亮度就小。亮度(B)和照度(E)以及反射率(P)之间的关系是：

$$B=PE/\pi$$

100 lx的照度，照射在均匀漫反射的白色墙壁上，其亮度约为 25cd/m²。

物体的能见度 一个物体的能见度主要取决于视角和物体与背景的亮度对比度。

(1) 视角：瞳孔中心对被视察物体的张角。物体在视网膜上成象的大小由视角的大小决定。一个物体能否被看见（即与另一物相区别开）的首要条件是它在视网膜上所形成的象要足够大，使视网膜上两个被光刺激的锥体细胞之间至少要有一个不受光或少受光刺激的锥体细胞把它们隔开，否则就分辨不出两点。能看得见的最小视角称为最小生理极限角，一般规定为 1′或 0.5′。

(2) 对比度：即亮度对比度，是物体能见度的另一必要条件。对比度是指被视物的亮度(l_2)与其相邻背景的亮度(l_1)的差异程度，以$|l_1-l_2|/l_1$公式计算。物体与其背景之间的亮度差别愈大（亦即深浅差别愈大）眼睛就愈容易将它与背景区别开来。在一定视角内，刚刚能看见某一物体时的对比度称为临界(阈)对比度，此时能见度为 1。用对比度高于临界对比度的倍数表示能见度。对比度越高，能见度就越高，识别物体的速度也越快。背景亮度相同时，对比度越高，能见的视角越小。当被视物体及其相邻背景颜色深浅不变时，提高照度即能提高能见度。工业企业照明设计标准就是按照不同视觉作业中被视物体的大小及可能与相邻背景颜色深浅的对比等特征，而提出不同照度的要求。

被视物体与相邻物体的颜色差别也影响能见度及识别的速度。

(3) 明视持久度：明视时间占注视时间的百分比，称为明视持久度，它是综合反映视功能和心理功能的一种指标。分析时以同一人工作、学习前后的测定结果进行比较。

工业照明

工业照明是指工业企业中的人工照明。目的是在无天然光（夜晚、地下厂房或无窗厂房）或天然光不足的情况下提供充足的光线，以保证生产质量和操作安全。

工业照明必须满足以下要求：工作面上有足够的照度；保持照度稳定、均匀；工作面上的亮度与周围环境亮度保持适当比例；阴影适中；避免眩光；设有保证安全的照明措施，如安全照明、事故照明等。

常用照明光源可分为热辐射光源和气体放电光源两

大类。热辐射光源是利用物体通电加热时辐射发光原理制成的，常用的有白炽灯和卤钨灯。气体放电光源是利用气体放电时发光原理制成的，常用的有荧光灯、高压汞灯、高压钠灯、金属卤化物灯等。这类光源一般比热辐射光源光效高，寿命长，但不便于启动和再启动，有频闪效应等缺点。

照明灯具的主要作用是将光源发出的光按需要分配到空间各个部分，以提高光的利用率，并减少眩光。灯具还有保护光源避免机械损伤、灰尘污染、防潮湿和防爆等功能，以及装饰美化环境的作用。灯具按其光通量在空间的分布，可分为直接式、半直接式、扩散式、半间接式和间接式五种。

直接式灯具将其光通量的90%以上射向下方，因此光利用率高，工作面上可获得高照度。但射向上部的光少，造成顶部暗，容易产生压抑感和不适感；易在工作面上产生阴影。半直接式灯具的光利用率较直接式低，它有10%—40%的光射向顶棚，适当地改善了直接式灯具的缺点。扩散式灯具的上射光通量占40%—60%，下射光通量占60%—40%，采用这种灯具照明可有较高的照度均匀度和减少阴影，但光的损失较大。半间接式灯具和间接式灯具在工业照明中较少应用。

照度标准系按生产中视觉作业的精细程度而确定照度等级。中国《工业企业照明设计标准》(TJ34—79试行)中规定了工作面上最低照度值(表1)。

表1 生产车间工作面上的最低照度

识别对象的最小尺寸 d(mm)	视觉工作分类 等	级	亮度对比	最低照度(lx) 混合照明	一般照明
d≤0.15	Ⅰ	甲	小	1 500	
		乙	大	1 000	
0.15<d≤0.3	Ⅱ	甲	小	750	200
		乙	大	500	100
0.3<d≤0.6	Ⅲ	甲	小	500	150
		乙	大	300	100
0.6<d≤1.0	Ⅳ	甲	小	300	100
		乙	大	200	75
1<d≤2	Ⅴ			150	50
2<d≤5	Ⅵ				30
d>5	Ⅶ				20
一般观察生产过程	Ⅷ				10
大件贮存	Ⅸ				5
有自行发光材料的车间	Ⅹ				30

照度均匀系数为工作面上最小照度与平均照度之比。工业照度均匀系数应>0.7。

工业照明应采取各种措施以避免眩光。为了限制直接眩光，上述照明标准规定，室内一般照明(全面照明)的照明器(灯具带光源)距地面的最低悬挂高度如表2。

表2 室内一般照明器距地面的最低悬挂高度

序号	光源种类	照明器型式	照明器保护角	灯泡功率(W)	最低悬挂高度(m)
1	白炽灯	带反射罩	10—30°	100及以下	2.5
				150—200	3.0
				300—500	3.5
				500以上	4.0
		乳白玻璃漫射罩		100及以下	2.0
				150—200	2.5
				300—500	3.0
2	荧光高压汞灯	带反射罩	10—30°	250及以下	5.0
				400及以上	6.0
3	卤钨灯	带反射罩	30°以上	500	6.0
				1 000—2 000	7.0
4	荧光灯	无罩		40以下	2.0

局部照明的照明器应具有不透明材料或漫反射材料制成的反射罩。照明器的位置高于工作者眼睛水平视线时，其保护角不应<30°，若低于工作者水平视线时，不应<10°。当工作面或识别物体的表面呈镜面反射时，应采取防止反射眩光的措施。例如采用漫射型或装有磨砂玻璃灯泡的照明器。

教室人工照明

教室人工照明的卫生要求是：保证最低限度的照度；尽可能使照度分布均匀，避免产生阴影和眩光。

教室内人工照明的照度大小及照明质量(包括亮度分布和眩光等)可影响学习者的视觉功能和学习效果。在一定的照度范围内，视力随照度的增加而提高。但当照度达500 lx以上时，则视力不再提高。据实验，在3h的近视工作(读写)中，当工作面照度为30 lx时，明视持久度由第一小时开始的100%下降到第三小时末时的30.1%；当照度为50和75 lx时，明视持久度由第一小时开始的100%分别降到37.1%和54.5%；当照度为100、200和300 lx时，明视持久度分别下降到74.3%、85.3%和90.0%，说明照度越高，明视时间越长，学习、工作效率也越高。

教室照度标准 根据学习时视觉疲劳和工作能力的变化，结合国内当前经济水平，教室课桌面和黑板面上的照度不应低于100 lx。推荐照度为200—500 lx，黑板面照度应为300—700 lx。有人认为，学习时不需要1 000 lx以上的照度。在直射阳光下，照度一般都在10 000 lx以上。10 000 lx以上的照度是有害的，故应避免在直射阳光下看书和写字。

教室灯光的布置 适宜的灯光及其布置不仅应该使各课桌面和黑板面上达到一定的照度，还应尽可能使照

度分布均匀，避免产生阴影和眩光。均匀系数不宜<0.5。在灯数相同的情况下，均匀系数一般是随灯悬挂高度的升高而加大，而平均照度却因悬挂高度的升高而降低。据实验，在约 $9\times6m^2$ 的教室内，最好按直角配置 6 个白炽灯（带有碗式乳白玻璃灯罩），灯间距约为 3m，灯墙距约为 1.5m，灯距桌面高度为 1.6—2.0m（灯距地面 2.4—2.8m）；如每个灯泡为 100W 时，课桌面上的平均照度约可达 60 lx，每个灯泡为 150W 时，平均照度约为 100 lx；每个灯泡为 200W 时（带有漫射型密闭式乳白玻璃灯罩），平均照度约为 150 lx。

为避免或减少眩光，在儿童视野内以看不到强烈的发光体（如透光窗、裸露的白炽灯或强烈的发光物体）为最理想。但在教室里不易达到这一要求。当学生注视黑板时，其视线与发光体间形成的夹角越大越好。眩光效应一般在 30°角的视线范围内最为显著，因此认为该夹角不应<30°，以减少眩光产生。白炽灯泡外面应装碗式或密闭式乳白玻璃罩，以形成漫射光，并应有 30°以上的保护角。为提高黑板面上的照度，可在黑板上方设置几个局部照明器，在选用灯具时，也应注意防止眩光。

目前许多学校采用荧光灯，它发光效率高（约为白炽灯的 4 倍），发光面积大，光谱接近日光，使用寿命长。荧光灯在教室内的配置方法大体和白炽灯一致，为进一步消除眩光，最好将灯轴顺着视线方向布置。一般教室内至少应装设 40W 荧光灯 6 个，这样桌面照度可达 100 lx 左右。

给水卫生

给水卫生是对生活饮用水提出卫生要求。生活饮用水的供水方式有集中式和分散式两类，两者在卫生上的要求是相似的，集中式给水在卫生上的优点是：①给水水源可不限于接近用水处，在条件可能时可选择离污染源较远的较好水源。②水源集中有利于进行卫生防护。③易于集中采取必要的水质改善措施，以保证给水水质安全。④用严密的管道送水，能防止水质和运输过程中受到污染。⑤用户用水方便，可提高居民的生活卫生水平。⑥便于实行卫生管理和监督。

但集中式给水由于供水面广，如建筑和管理不当，水质不良时可造成十分严重的后果。

集中式给水系统通常由取水设备、水质处理设备及配水设备所组成（图 1、2）。

水质处理设备包括一般性净化和消毒。一般性净化指混凝沉淀及砂滤，主要利用机械及重力作用，清除原水中的悬浮及胶体物质，改善水的透明度，也可除去水中一部分细菌和一些溶解性物质。有时，水源中（特别是某些地下水源），含高浓度的铁、氟等或硬度高，就要设置除铁、除氟、软化水质等特殊净化法。消毒则用于杀灭病原体。

混凝沉淀 在水中加入明矾、硫酸铝、三氯化铁、硫

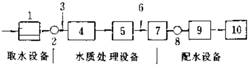


图 1 地面水水源水厂设备示意
1. 取水构筑物 2. 一级水泵站 3. 加混凝剂 4. 混凝沉淀 5. 砂滤 6. 加氯 7. 清水池 8. 高压水泵站 9. 配水管网 10. 用户

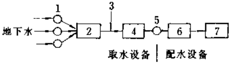


图 2 地下水水源水厂设备示意
1. 井群 2. 集水井 3. 加氯 4. 蓄水池 5. 高压水泵站 6. 配水管网 7. 用户

酸亚铁等，可与水中碱性盐类起作用，形成带正电荷的胶状物，并与原水中带阴电荷的微细颗粒中和，促使颗粒凝集下沉。水玻璃、生石灰或聚丙烯酰胺等有提高混凝沉淀效果的作用，称为助凝剂。

水厂中设有化学混凝剂及助凝剂的投加、混合、反应等设备及沉淀池，可使原水中胶体颗粒及悬浮物产生混凝沉淀作用，也可在水厂建筑一种混合、反应、沉淀在一个池中进行的澄清池，池中经常保持悬浮的沉渣层，进水通过沉渣层，悬浮物质凝集后在沉淀区下沉，进入集泥斗再排除，清水从上部溢出。如果原水不十分混浊，而水中悬浮物粒度较粗，则可不加混凝剂，水流通过沉淀池悬浮物就可被清除。此种重力作用沉淀法称为自然沉淀法。

砂滤 已经沉淀的较清洁水，再通过砂滤池可使水的混浊度降低至 5mg/L 以下。砂滤池是在一个不透水的池中铺设 30—60cm 厚的砂层，用碎石作垫层，碎石中铺集水管。经过沉淀的水自砂层上部进水，下部出水。由于砂层的阻隔、吸附等作用，可进一步清除水中更微细的胶体物质及细菌、原虫或蠕虫卵。砂滤池滤水速率为 8—12m/h（快砂滤池）。砂滤池使用一段时间后，滤层阻塞，应用清水反冲，清除堵塞物后再使用。

现代水厂中，已有双层或多层不同滤料的砂滤池，以及无阀式自动反冲的砂滤池等。

小型水厂可采用滤速较慢的慢砂滤池（滤率 0.1—0.35m/h），此时砂层较厚（1m 左右），当滤水被砂层堵塞时，需刮去表层砂 2—5cm 后再使用，当砂层留下 0.4m 左右时，将砂清洗后全部返还再用于滤水，如此循环反覆进行。

消毒 水经混凝沉淀和砂滤处理后，水的细菌学指

标，一般仍不能达到饮用水水质卫生标准，必须再进行消毒，杀灭水中病原体。有的地下水源，原水水质透明，则可不经混凝沉淀、砂滤而直接消毒。水质消毒有氯化消毒法、臭氧消毒法、紫外线消毒法等。

（1）氯化消毒法：其原理是氯加入水中后迅速水解成次氯酸，次氯酸在水中电离。

$$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HOCl+HCl$$

$$HOCl \rightleftharpoons H^++OCl^-$$

由于HOCl分子小而不带电荷，易于渗透入细菌体内，破坏菌体胞浆酶，导致细菌死亡。次氯酸根离子带负电荷，发挥消毒作用较HOCl差，当水中含氨或有机氮化合物时，次氯酸与氨形成一氯胺、二氯胺、三氯胺或有机性氯胺。一氯胺及二氯胺有缓慢的杀菌作用，三氯胺易挥发，而有机氯胺也有一些杀菌能力，有的氯胺化合物则无杀菌效果。

氯化消毒时，①水的pH值应低，以减少HOCl的电离。一般给水消毒pH值以7左右为宜。②要求水质透明，以利HOCl对病原体的接触。③水温应较高，根据不同水温增减加氯量。④氯加入水中充分混和后应有一定的作用时间和余氯量。一般要求水的pH值为7左右，水温20℃加氯30—60min后，有以HOCl或OCl^-形式存在的游离性余氯至少为0.3mg/L，或以NH_2Cl、$NHCl_2$或有机氯胺形式存在的化合性余氯为1—2mg/L。

检查氯化消毒的效果，可用邻联甲苯胺（测定游离性余氯）及碘定量法（测定总余氯）验证余氯量是否符合要求。中国《生活饮用水卫生标准》规定：出厂水经加氯接触30min后，游离性余氯不应<0.3mg/L，管网末梢水不应<0.05mg/L。此外也可直接检测水的细菌学指标：细菌总数（37℃，24h培养）不应超出100个/ml，大肠菌群数不超过3个/L。

近年来发现水经氯化消毒后，氯可与水中烃类化合物化合形成多种卤烃（$CHCl_3$、CCl_4等）。为安全计，国外有些国家已规定水中$CHCl_3$含量不超过70—100μg/L。美国规定$CHCl_3$不超过60μg/L。

（2）臭氧消毒法：在水中通入臭氧，氧化水中有机物并使微生物等死亡，又能除去水的异色、异臭和异味。水与臭氧接触5min，剩余臭氧0.1mg/L时即可达到消毒效果。但臭氧不易在水中保留，易分解成O_2而失去消毒能力，并且制造臭氧耗费较高，电耗大。

（3）紫外线消毒法：将水在250—260nm的紫外线下照射，破坏细菌体内核酸，使细菌死亡，且对芽胞有杀灭作用。但紫外线不易透入深层水，而且照射时必须先清除水中悬浮物，因此水厂很少用此法消毒，但可用于消毒饮料等。

当水净化、消毒达到国家生活饮用水水质标准时，即可保证安全饮用；但如配水管网中水质再次受到污染，又能发生危害。因此为了保护配水管网的水质，必须合理设计及配置配水管网：①管网所用管道及逐个管段连接的嵌接物，不应有有毒物质在水中溶解。②管网宜采用环状铺设，不致水流停滞产生沉淀而使水质恶化，并可维持在修理某段管道时不致中断供水。③盲端管道可装设公共给水栓，以便定期放水，保持管内水流经常不停。④水管网内应保持足够的水压力，保证高层住宅用水。管道及其附属设备如公共给水栓、消防栓、观察井等不得漏水造成管网内水压降低或发生负压，导致管外地层中可能有的污水通过管道接缝吸入管内。⑤在安装管网时，应先将水管内部洗刷清洁。对清水池等设备，也应在进水前彻底清扫。并在开始使用前，将管网水冲洗至出水完全透明，再用30—50mg/L的氯溶液消毒3—6h，再冲洗至出水无氯臭为止。在管网修理时，也应采用类似的清洗消毒处理措施。⑥贮存、调节水量的水塔、水池、水库等，要求内壁光滑，便于清洗，并在顶部密闭和设置装有纱网的换气孔。此等设备的位置，应远离烟尘污染源，并应在周围设墙防止非工作人员接近。⑦自来水氯化消毒的出厂水，在管网末梢应保持有游离性余氯0.05mg/L或有一定量的化合性余氯，以指示管网水水质的良好状况。⑧凡工业企业设有生活饮用给水和工业生产用水（一般不作卫生处理）两类系统管道时，严禁互相接通，防止生活饮用水受到工业用水污染。⑨用户装设室内卫生器具（浴盆、洗盆、抽水厕所等）者，不得将自来水出水龙头直接与排放污水管相通联，以防污水吸入自来水管道中。

农村饮用水给水方式 有简易集中式和分散式给水两种。

简易集中式给水 农村给水，应尽可能采用简易集中式给水。

（1）以地下水作水源：建筑水井供水。可在井边修建砖或石砌清水塔，水泵将井水送入塔内，经水龙头供水（图3），或用输水管送至农村居民点，在适当地点设置给水站。井口周围用水泥或粘土封闭，井口地面应筑水泥井台。最好井与水泵一起装置在泵房内。井应离渗水厕所、渗水坑、污水灌溉田、废渣堆或污水渠道20—30m以外。在井周围20—30m内禁止施用持久性或剧毒性农药。

井水水质应符合国家生活饮用水水质标准，如井水的细菌含量较高，可在水泵吸水管内加漂白粉溶液消毒。如地下水含氟或含铁较高，必须有除氟、除铁的特殊设备。

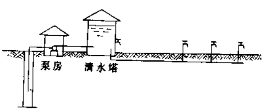


图3 用井水为水源的简易自来水厂

（2）以地面水作水源：利用河水作水源时，可在岸边

建造各种砂滤井，引河水经砂滤井至清水井，再加漂白粉消毒后用水泵送水至水塔及输水管。简易自来水厂建成后，需有经过培训的专人管理。用砂滤池的洗砂法供水，可定期用水塔清水反冲，也可建筑压力式无阀砂滤池自动滤水和洗砂。

分散式给水　有以下三种给水途径。

(1) 井水：农村常建筑土井供水，应防止井口带入污物和井周土层中渗入污染物。不宜在低洼沼泽地或易积水处挖井。井与渗水粪坑、牲畜栏、垃圾堆、污水坑等应相隔20—30m以上。井址应方便居民用水。

井深以>3m为宜。井壁材料应坚固耐久，不致发生腐蚀剥脱，不致有有毒物质溶入水中。井壁四周与地层接界处应填充砂土，防止泥土塌陷。井壁顶部靠地面的1—2m内需用粘土或水泥填实，以防地下浅层水渗入井中。

井口应设不透水的井台。在井口向外1—2m范围内的地面应略向四周倾斜，以利排水，并在井台四周修排水沟。

应设置坚实不透水的井栏，与井台密切联接，以防污水自裂隙渗漏入井。井栏高宽应能防止汲水时脚踏栏顶，一般高度应高出井台0.5m。

井底可采用砂砾铺填，上放多孔水泥板或木板，以便淘井挖泥。

井水汲水设备尽可能采用水泵，水泵的吸水阀门宜装设在井中水面以下，这种阀门在吸水时可不必灌水，以免井水受到污染。用水桶汲水时可设置公用水桶，并经常保持完好和清洁，防止水桶和所系绳索污染井水。

新建水井或修理、淘井后，应将整个井身加氯消毒。先吸干井水，清洗井底和井壁，待井水上涨后加漂白粉溶液，使水含有效氯10—15mg/L，静止10—12h，再汲水至水中氯臭消失，然后即可供日常使用。

为防止肠道传染病的流行，可用漂白粉或其他含有效氯物质消毒井水。

井水消毒方法有①普通消毒法：每天上、下午各一次，按井水水量计算所需漂白粉量。通常每1m³水用含氯25%的漂白粉2—8g。先将需要量的漂白粉加水调成糊状，再加水搅拌，然后将上层澄清液倒入井内，用汲水桶反覆搅和井水，静止30min后，用邻位联甲苯胺测游离性余氯，以0.3—0.5mg/L为合适。②持续消毒法：将装有半满漂白粉糊的各种开孔容器(竹筒、塑料袋、陶瓷罐等)放在井内，用一节粗竹筒或密封空罐作浮筒系牢(图4)。取水时的振荡可使漂白粉液不断渗出，使井水经常保持适量的有效氯。但要经常检验水中余氯和检查容器小孔有无堵塞。容器内漂白粉应及时补充。

(2) 泉水：在泉水自地面涌出处建筑密闭水池，装水龙头供放水用。高位泉可用引水道送水。泉水出口处的土坡侧修雨水排水沟，防止地面径流污染。

(3) 直接利用江河、湖塘或水库水：挑水码头可设跳

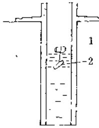


图4　水井持续消毒设备
1. 浮筒　2. 装漂白粉筒

板伸出至离岸较远处取水，附近不应有粪坑、污水排放口、垃圾堆等。河流可分段、分时用水。池塘多的地区，可分塘用水。仅有一个水塘的，应禁止在塘内洗涤、养鸭或作其他可能污染塘水的活动。较大的湖或水库，可分区使用。

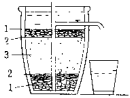


图5　砂滤缸(桶)
1. 石子　2. 棕皮　3. 砂

血吸虫病流行区为防护饮水不受血吸虫尾蚴污染，如用水泵取水，水泵进水口以在水面1.5m以下取水较安全，因为水面下1.3m或更深处很少发现钉螺，逸出的尾蚴常很快趋向水面。可在河塘边修建砂滤井，使混浊河水过滤后进入清水井备用。住户可装置砂滤缸或桶滤水(图5)，或用明矾投入水缸中使水澄清，并加漂白粉消毒；或在缸水中飘浮一个带钻孔盖的空青(链)霉素小瓶，瓶内装半瓶漂白粉糊状液体作消毒用。

城市垃圾处理

城市垃圾是指城市居民日常生活和生产中产生的固体废弃物，主要包括生活垃圾、商业垃圾、医院垃圾、建筑垃圾等；但不包括工厂排出的工业废渣。

随着生产的发展、城市人口的集中和人民生活水平的提高，城市垃圾的排出量迅速增加，成分更加复杂多样化。城市垃圾处理和利用已成为目前各国迫切需要解决的重大环境问题之一。

城市垃圾处理，在很大程度上取决于垃圾的组成和性质，同时也和技术条件、经济水平有关。一般说，工业发达国家城市生活垃圾中煤灰渣等无机成分较少，废纸、塑

料等有机物占的比重较大，可燃物较多；而一些工业不发达和以煤为主要燃料的国家，城市生活垃圾中煤灰渣的含量较多，废纸、塑料等可燃物所占的比重较小。由于城市垃圾成分不同，因而各国采用的垃圾处理方法也有很大的差异。现阶段广泛采用的垃圾处理方法是填埋、焚化和堆肥。德国垃圾填埋占72%，焚化只占25%，堆肥占3%。美国填埋占85%，焚化只占10%。日本国土不大，填埋只占26.9%，而焚化则占61%。瑞士也以焚化为主，占53%。中国和印度等，比较重视有机垃圾的肥料利用，高温堆肥较普遍。

(1) 填埋法：利用低洼地填埋城市垃圾是一种简单易行比较经济的方法，也是城市垃圾最终处置的一个较好方法，为世界各国普遍采用。采用填埋法处理城市垃圾，首先要选好场地。场地要远离水源，可选靠近城市的沼泽洼地、废粘土坑、废矿坑、废采石场等。一般要求场地最低处应高出地下水位3m以上。场地底部要有不透水的岩石层或粘土层，否则应铺粘土夯实，以免污染地下水源。填埋的垃圾会分解下沉。在填埋的土地上，一般不宜建造房屋，但符合卫生填埋的可作公园、绿地、农田或牧场。

(2) 焚化法：垃圾焚化可消灭各种病原体，一些有毒有害物质也可转化为无害，焚化时产生的热能还可利用。此法在一些工业发达国家中已广泛采用。垃圾被运入车间，倾卸在10m多深的垃圾坑内，用电动抓斗将垃圾抓起，送入焚化炉口，随着焚化炉下部炉排的往复运动，垃圾随之逐渐向前推移，完成由预热、干燥到燃烧的过程。燃烧产生的热量可供加热水、气，也可供发电。垃圾焚化厂排出的废气，经净化装置处理后排放。炉口进料、炉内燃烧情况等，均由闭路电视监视。由于建造这种大型垃圾焚化厂投资大，管理复杂，同时还有二次污染大气问题，因而这种方法的适用范围受到一定限制。但这种方法可适用于处理医院中含有大量病原体的垃圾，安全卫生，效果可靠。

(3) 堆肥法：堆肥是处理有机垃圾的一种较好方法。城市垃圾中的有机物，在微生物作用下，降解成一种类似腐植质样的物质，它既是土壤改良剂，又是优质肥料。堆肥的方法可分为需氧性堆肥和厌氧性堆肥两大类。需氧性堆肥法，主要是利用需氧性微生物，在温度、配料、氧气适宜条件下，迅速生长繁殖，对有机垃圾进行需氧分解，同时产生大量热能(垃圾温度可达50—55℃)，并将各种有机物转化成为无害化肥料，这种方法又称高温堆肥。厌氧性堆肥法，主要是利用厌氧微生物的活动，对有机物进行厌氧分解，分解缓慢，产热量小，堆温低，一般不超过45℃，腐熟时间较长。各地可以根据当地的气候特点、堆肥材料以及用肥习惯等，因地制宜，灵活运用。

为了便于垃圾的处理和利用，最好在收集阶段，即将垃圾按有机和无机进行分类，有机垃圾可用于堆肥，可燃垃圾用于焚化，垃圾中有用部分如金属物质、纸张、玻璃、橡胶等可以回收利用；不能利用的无机垃圾，可用来填埋、铺路等。

化粪池

化粪池或称腐化池(septic tank)，是处理污水特别是带有粪便的污水的一种构筑物，它能将污水中的悬浮物沉降，并能同时将污泥进行消化。污泥在池底进行消化时，能产生气体，使部分污泥浮至池面，从而阻隔氧气溶于池水中，故化粪池中的污泥消化，属于厌氧分解。

污水流经化粪池的时间，一般为12—24h，水流速度在5—8mm/s以下，污泥在池底累积3—6月或更久。在停留期间，有机质不断减少，分解产物在性质上可达到充分稳定。但在污泥分解过程中会产生硫化氢等气体，气体上升可带着池底污泥上浮，影响出水水质，一般在出口处设置潜流隔板。出水呈酸性，溶解氧含量低。化粪池处理污水多用于：①对医院污水消毒前作预处理、②对建筑物的排放污水，在通入街道下水道前作预处理。③在地下水位低的地区，单独房屋或不大的房屋群所排出的污水，可用化粪池处理后，排至地下灌溉系统，作进一步的生物氧化处理等。

化粪池为矩形或圆形构筑物，池分二室或三室。二室化粪池第一室容积为全池的2/3；三室化粪池第一室容积为全池的1/2，其余二室容积各为1/4。三室化粪池的效果较好(图1)。

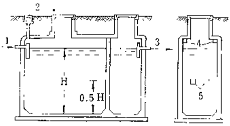


图1 矩形化粪池

1. 进水管 2. 清扫孔 3. 出水管 4. 通气孔 5. 连通孔

化粪池的总容积，根据平均日排出污水量，污水在池内停留时间及清掏污泥周期内污泥的积存量计算：

$$V=\frac{Qt}{24\times1000}+\frac{qT(1-b)0.8}{(1-c)\times1000}\times1.2$$

式内：

V 为化粪池总容量(m^3)

Q 为平均日污水量(L)

t 为污水在化粪池中停留时间(h)一般为12—24h

q 为日污泥量(L)

T 为污泥清掏周期(以天计)

b 为新鲜污水中污泥含水率(%)

c 为腐化污泥的含水率(%)

0.8 为污泥腐化后体积缩减系数

1.2 为清掏污泥后残留的腐化污泥量的容积系数

化粪池的水深，不得＜1.3m。矩形池宽度不＜0.75m，长度应＞1.0m；圆形池直径不＜1.0m。

化粪池的建筑位置，应距建筑物外墙 5m以上。不论用砖、石或钢筋水泥砌筑，均不得渗漏。为了排出化粪池中所产生的有害气体，一般在池内上部设一排气管将气体排至高空超出屋顶 1m以上。

掏清化粪池底污泥，可用机械设备或人力。清出的污泥应经消毒后再作施肥用。

化粪池在使用过程中，由于污泥厌氧分解产生沼气、二氧化碳、硫化氢等气体，气泡从池底向水面逸出，带出一些污泥至水面停积，形成浮渣层。应定期将浮渣层破碎，使其沉入池底再腐化。

污水经过化粪池处理后，可用地下灌溉系统处理（图

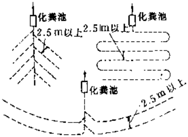


图 2　地下灌溉系统图

2），即在化粪池出口处敷设地渗水管网。为使污水能同时布满整个渗水管网，应将化粪池出水通过虹吸定量自动间歇排水器（图 3）。排水器容量与管网容量相等。渗水管

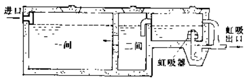


图 3　化粪池设有间歇虹吸定量排水器

网用 75mm 直径的陶土或瓦管联接做成，每隔 1.25—4m留 5—8mm间隙，上铺瓦片等，再用土覆盖。管埋深度 30—70cm，长度为 10—30m，有适当坡度。污水由管网间隙渗入土中，与土壤空气及微生物接触，使污水中有机物顺利进行氧化分解及无机化。灌溉场地的选择，需要土壤渗透性较好，地下水位在 2m以下，并远离地下水水源 30m以上。场地上栽种植物，可有助污水中有机物的无机化。

生物发酵法处理粪便垃圾

生物发酵法是利用粪便、垃圾和其他有机物，在隔绝空气，控制水分、温度和酸碱度的条件下，促使厌氧细菌发酵分解，有机物产生沼气。其中高温发酵法是用沼气烧锅炉产生的蒸汽，通过盘管给发酵池加温，使其温度升高到 50℃ 以上，以达到杀灭粪便中的致病菌和寄生虫卵。经这种方法处理的粪便，不仅能达到无害化和提高肥效的目的，还可以利用剩余沼气。

高温发酵法的第一步是培养甲烷菌种。甲烷菌的培养法是将含水分 93%左右的粪便、发酵池中的消化液或城市污水处理厂的污泥按 1∶3 或 1∶2 比例，用石灰水将pH值调至 7.2—7.6 后，投入发酵池；至发酵池有效容积装满后，通入蒸汽逐步升温，每小时用污泥泵搅拌一次，每次 5min。发酵池开始加温后，沼气产量逐渐增加，当温度升至 53℃，停止搅拌，静止培养菌种，等产气量达高峰后，即可投入正常运转。第二步是投料出料。菌种培养成功后，每天按发酵池总投入量的 7.5%—10%的投配率向池内投入粪便，水分控制在 93%左右，同时放出等量经过高温无害化处理的粪便。投料和出料的次序，一定要严格坚持先出后投的原则；投料出料时，要防止空气进入发酵池内。第三步是搅拌。投料出料后，每 2h搅拌一次，每次 10min。搅拌可使甲烷菌和有机物充分接触，增强细菌分解有机物的作用，并可保持温度均匀。甲烷菌对温度比较敏感，根据多年运转情况，高温发酵温度以保持 53℃为宜，波动范围±2℃，这个温度既能达到粪便无害化，又能提高沼气产量。一个 $200m^3$正常的发酵池，日平均沼气产量可达 $400m^3$。经过此法处理的粪便，大肠菌值可达 10^{-1}—10^{-4}，蛔虫卵死亡率可达 95%—100%，基本上达到无害化。

我国广大农村近年来修建了不少沼气池，利用同一原理，将人畜粪便、垃圾、秸秆、杂草、污水等废弃物，放在密闭的发酵池中，在厌氧菌的作用下，使之发酵分解，产生沼气。沼气可用来煮饭、烧水、点灯、发电等。实行生物发酵法处理粪便、垃圾，不仅扩大肥源，提高肥效，有利于农业生产，而且也是防止环境污染，控制蚊蝇孳生，改变农村卫生面貌，提高人民健康水平，开发生物能源的一项重要措施。但此种沼气池往往池内温度不够高，对病原体的杀灭还不十分理想，有待进一步改进。

生活污水处理系统

生活污水是指居民日常生活中排出的污水，如厨房、浴室、厕所及其他洗涤场所等的排出水。一般污水流入下水道系统后，再排入水体。生活污水中含有各种污染物及病原体，在排入天然水体前，必须通过处理系统，降低或清除其中有害物质，方可排出。

生活污水处理系统，通常设置机械处理设备（一级处理），用以清除污水中悬浮物质；或进一步设置生物处理设备（二级处理），以清除污水中的溶解性及胶状有机物。对有些污水特别是医院污水在排入水体前尚应设置消毒设备，消除污水中的病原微生物，以防止介水疾病传播。在特殊情况下，可再采用化学和物理化学方法，进行深度处理（三级处理），或将污水重复利用。

机械处理设备，包括格栅、筛网、沉砂池及沉淀池，通过这些设备，可使污水中悬浮物在污水厂中阻留，形成污泥。为综合利用污泥，须设置污泥消化池、污泥脱水等处理设备。

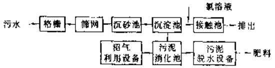


图 1 沉淀法处理系统

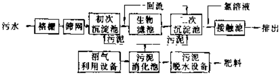


图 2 生物法（生物过滤法）处理系统

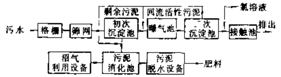


图 3 生物法（活性污泥法）处理系统

生物处理设备，包括生物滤池、活性污泥生物曝气池及附属设备二次沉淀池。消毒设备，包括加氯器及消毒接触池（图 1—3）。

深度处理设备，包括除磷、除氮、活性炭吸附、离子交换、电渗析和反渗透等。规模较小的污水处理系统，可设置隐化池，隐化池的上层是沉淀池，下层则是污泥消化池，也可设置生物转盘代替生物滤池或生物曝气池。

有的污水厂，将污水处理系统的排出水，再通过其他生物处理设备如氧化塘或灌溉场以进一步改善排出水的水质。

生活污水处理厂的排出口位置，应在当地天然水体的下游。污水经过处理后排入天然水体，再经天然水体的稀释、自净，使污水中的原有污染物浓度不断减少。在排出口下游城镇自来水水源取水点以上游 1 000m处（计算点），污水与水体混合后的水质，不应超过国家规定的地面水水质卫生要求（见“地面水水质卫生标准”条）。

生活污水处理系统必须作全面的规划。首先须根据天然水体在其有关流程中能容纳的排污量，推算排出污水的水质要求，再结合原污水水质按技术经济的可能性和合理性，选择污水处理方案。在执行过程中，必须调查和收集以下资料：①天然水体的水量及水质。水量应考虑95%保证率的最旱年最旱月流量（m^3/s）及污水自排出口至计算点可能未充分混合时的情况。②生活污水的排放量，按生活居住区人口及年平均每日每人排水量（m^3/s）计算，并考虑发展远景。③天然水体计算点的水质要求及生活污水的污染状况。一般用悬浮物、生化需氧量及大肠菌群含量作指标。各种污水处理法对生活污水的处理效果见下表。

污水处理效果（按降低百分率表示）

处理方法		悬浮物	生化需氧量	细菌
机械处理法	格栅	5—10		
	沉淀池	40-70	25—40	25-75
原污水或沉淀水的氯化消毒			15-30	90—95
生物处理	沉淀池、生物滤池二次沉淀池	70—92	80-95	90—95
	沉淀池、生物曝气池二次沉淀池	85—95	85—95	90-98
生物处理及氯化消毒				98—99

计算水体自净过程，对悬浮物可仅考虑稀释倍数，对生化需氧量还应考虑生化耗氧及流水过程中空气中氧气不断溶入水中的复氧作用，以及保证水体中溶解氧最低不得<4mg/L的要求。对病原体的自净规律，目前尚不十分清楚，因而要求对医院污水等含有大量病原微生物的污水必须消毒后排放。

生物滤池

生物滤池是采用需氧微生物处理污水的一种工艺设施，是处理生活污水和有机工业废水的有效方法之一。污水经沉淀处理后未能去除溶解的或胶状有机物及悬浮物微粒，可由生物滤池进一步处理。

生物滤池（图 1）是填放碎石或其他坚固滤料的池子，当污水通过滤料时，污水中的有机物及微生物被滞留在滤料表面，逐渐形成“生物膜”。生物膜有吸附胶质、溶解性有机物与微生物的巨大能力，使污水中的污染物质减少；滤料间必须有足量空气，才能促使生物膜中的需氧微生物以有机物为养料而大量繁殖，从而能迅速将污水中的有机物氧化分解，使污水净化。某些有害的工业废水利用生物滤池处理时，须先用生活污水通过滤料形成生物膜，然后将少量工业废水加入生活污水，逐渐增加至合适量，使生物膜内的需氧微生物能适应废水中有害物质而生长繁殖，将废水中有害物质分解。

生物滤池可分为普通（低负荷）生物滤池和高负荷生

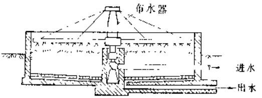


图1 生物滤池

物滤池两类。

（1）普通生物滤池：呈圆形或方形，池高1.5—2.0m，用砖或混凝土做围墙，池内用碎石、卵石、煤渣、焦炭和煤等作滤料，滤料的颗粒大小为25—50mm，靠滤池底层30cm处，可加大至70—100mm。近年来采用多孔隙的塑料制成块状滤料，其表面积比碎石滤料大10倍，效果显著提高。滤料下设排水渠，排出滤后废水。此种滤池每日可处理生化需氧量（BOD_5）0.16—0.32kg/m^3。

沉淀后污水用布水器喷洒到滤料上，圆形滤池的布水器多采用旋转式装置，有4个长臂管装置在滤池中心立轴总管上，沿长臂管同一侧设许多污水喷洒孔，当喷洒孔喷洒污水时，发生反作用力，推动长臂管绕中心立轴转动，使污水在滤料面上移动洒布。此种污水的洒布对滤池滤料是间歇性的，从而保持滤料有足够空气。方形滤池一般采用固定式装置，即沿滤池中心线在滤料表面或稍下装设总管一条，在总管两侧装有与总管成直角的若干个平行支管。在各支管一定距离处装置向上喷嘴，污水向上喷出，分布滤料表面。应用固定装置时，应设投配池，由投配池的虹吸作用，间歇地将污水送至布水器总管，从而保持滤料间有足够的空气。

所有污水喷洒系统，可用轻质铸铁管作成，各种管道均应有可拆卸的部件，以便清理堵塞。

滤池底排水系统可用钢筋混凝土或砖块做成有空隙的渠道，汇集后由总管通出滤池外。不应在排出口处设“水封”，以便污水排空时，保证全部滤料内空气能上下自由出入，达到通气要求。

生物滤池流出的水中带有由滤料表面脱落的生物膜，须用二次沉淀池沉淀后，方可排出。二次沉淀池与初次沉淀池相似，但沉淀时间稍短。

为了保证良好效果，应注意：①选用滤料须表面粗糙、不易压碎、不被腐蚀。其大小应符合规定，应能在颗粒间的总空隙中保证供应充分的空气。滤料应按大小分层堆置，不应杂乱堆放，以免阻塞。②进入滤池的污水，必须经预沉淀，以免滤料污泥淤积。如有堵塞，应将表层滤料耙松；严重堵塞时须重新更换或刷洗后再用。③污水应均匀分布至滤料表面，不使局部负荷过重。④污水排空时，应保证全部滤料内空气能上下自由出入。⑤新建滤池应尽可能在夏季开始，也可将原有二次沉淀池的污泥移入，促使滤池“成熟”。⑥二次沉淀池中的污泥排除不超过2d，以防污泥腐败，妨碍出水水质。

修建生物滤池应远离生活居住区。

（2）高负荷生物滤池：近年来采用两个相同的滤池串联。初次沉淀池出水，用泵送入第一滤池，第一滤池出水入二次沉淀池沉淀后，送入第二滤池然后再沉淀。此种滤池的处理流量及生化需氧量（BOD）负荷大，称为高负荷生物滤池，选用的滤料颗粒可较大（40—100mm），使滤料间通气更好。

塔式生物滤池即是一种高负荷生物滤池（图2—3），它的直径小，高度大（可达20m以上），形状如塔，塔径和塔高之比为1∶6—1∶8。围挡滤料的池壁用钢筋混凝土、钢材或塑料制成。必须采用坚固、耐压、质轻、表面粗糙的滤料，如塑料波纹板、筛状板、酚醛树脂浸泡的纸蜂窝滤料以及泡沫玻璃块状滤料等。塔身可沿高度分成几

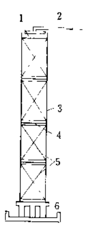


图2 塔式生物滤池

1. 布水器 2. 进水管 3. 塔身 4. 支座 5. 滤床 6. 底座



图3 分两级进水的塔式生物滤池

1. 进水管 2. 进水池 3. 水泵 4. 阀门 5. 喷头 6. 滤床 7. 喷头 8. 生物滤池 9. 滤床 10. 出水管

层,每层(2—4m)设格栅,承担滤池重量,各层间的空隙为50cm,不宜过大,以防止滤料表面上的污水分布不均匀或出现汇集及滤池通气过大。它可处理BOD每日2—3kg/m³,效率高,用地面积小,但提升污水的动力费用较高,运转管理要求也较高,往往用于对有机工业废水的处理。

污水消毒

污水消毒是用化学或物理方法杀灭污水中病原体的过程。主要用于生活污水的处理。在城市污水中,最常见的病原体为肠道病菌、病毒和蛔虫卵,在肠道传染病流行期间,这些病原体的出现特别明显。医院污水、生物制品厂污水中致病菌的检出率较高。结核病院污水中往往含有大量的结核分枝杆菌,家畜饲养场和屠宰场污水中可含布鲁杆菌、炭疽杆菌等。在一般情况下,病原体在污水中存活数日至数月,因此污水排放前,应经适当的处理和消毒。当接受排放污水的水体作为生活饮用水源、游泳场、贝类养殖场或将水用作灌溉生食蔬菜和瓜果时,更应对污水进行严格的处理和消毒。

我国现行《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79)及《医院污水排放标准》(GBJ48—83)均提出了应对含有病原体的污水严格控制,彻底消灭病原体后方准排入地面水体。

污水消毒方法,基本上与饮水消毒法相同,常用的是氯化消毒法(见"给水卫生"条)。由于污水中含较大量有机物,往往需要较高的加氯量,一般在10—25mg/L或更多,接触反应时间也应延长至1—2h。也可应用臭氧消毒法。对少量医院污水可采用煮沸或蒸汽加热消毒。污水加氯后,要求氯与污水快速混和,然后通过接触反应池,达到一定的接触时间,达到消毒效果后,才能将污水排入水体。

污水氯化消毒的要求可按我国《医院污水排放标准》(GBJ48—83)的规定:①综合医院污水及含肠道致病菌污水,氯化接触时间不得<1h,接触池出口水中的总余氯量为4—5mg/L。②结核病院污水的接触时间不<1.5h,总余氯量为6—8mg/L。③医院污水处理构筑物中的污泥,必须经过无害化处理,污泥排放时间应达到:蛔虫卵死亡率>95%及粪大肠菌值不<10^{-2}(100/L),并且每10g污泥(原检样中),不得检出肠道致病菌和结核杆菌。

为了达到上述消毒目的,首先应根据污水性状及在消毒前的净化处理程度,确定加氯量的大致范围。一般可按具体污水作特定研究,或参考同类已建成的污水消毒构筑物和管理经验,获得资料。加氯氯化系统建成后,应按实际使用情况调整加氯量。

城镇生活居住区的生活污水消毒,应在当地水体下游地区建造污水处理厂,将下水道污水进行集中前处理后再加氯。前处理方法一般采用机械处理,如排入水体的水量较小时,应采用机械及生物处理。污水设计流量,按城镇居民使用下水道的人数、每人每日平均污水量及污水量变化系数(一般按1.2—2.3)计算。接触反应池,可建成一个矩形池,池中设隔板或挡墙,使污水在池内迂回流动,达到要求的接触时间及余氯要求,然后排入水体中。也可建筑两个或较多个池,交替使用。当一池装满加氯污水达到消毒效果后,将池水用泵或通过阀门排放。

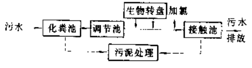
医院污水消毒(图),优先在传染病院、结核病院、综合医院传染病区建立独立的排水系统和处理、消毒构筑物。医院职工的生活污水和行政区污水则可直接排入城镇下水道中。医院区雨水可分流收集,单独排放,不必消毒。

医院污水处理消毒站的位置,应设在医院主体建筑物的炎热季节最小频率风向的上风侧,有50m以上的绿化防护带,尽可能充分利用地形,满足污水处理构筑物的高程需要;否则必须设置水泵加压,并应考虑医院发展及处理消毒站的扩建要求等。

污水处理、消毒站的设置,应根据需要消毒的污水量及污水水质进行设计,现时国内医院污水量平均为每张病床每日800—1400L,每小时变化系数为3.4,而医院污水水质指标波动较大,如污水中悬浮物在40.5—122.5mg/L,氨氮在4.2—16.8mg/L,生化需氧量在5.27—81.7mg/L。如污水中有机污染较少,可将污水经过化粪池、调节池(污水均衡池)后加氯消毒,如污水中有机物污染较高,则还应在加氯前设置生物处理设备(如生物转盘)。

当建筑一个接触池时,污水加氯设备可装置双虹吸同步加氯系统,将污水在消毒前流至一个定量池,到一定高度时,发生虹吸作用,使污水流入接触池内。另将氯溶液容器中的氯液经虹吸同步吸入污水中。当定量池内水位下降至另一定高度时,两个虹吸同时被破坏,污水与氯在接触池内通过一定接触时间,达到消毒效果后再行排放。

生物制品厂含病原体的污水消毒,可仿照医院污水消毒。



医院污水处理消毒流程图

在污水消毒管理上,要求逐日检测污水pH值及余氯两次以上,每两周检测大肠菌群至少一次,并应不定期地作致病菌检测。

污水加氯消毒后,根据杀灭病原微生物的要求,剩余氯应为4—8mg/L或更高。但高余氯污水排入水体可影响水生物的繁殖,因此消毒后污水的脱氯十分必要。一般

可将污水通过活性炭滤池过滤，除去余氯。

通风

通风是把室内空气同室外空气进行交换以满足人们在室内从事各种活动所必需的微小气候条件和空气清洁度。通风按其用途可分为工业通风和民用及公共建筑物通风。前者主要用于控制和消除生产过程中产生的有害物质和有害因素，以保护工人健康；后者主要用于消除某些不利因素，改善工作和生活条件。通风按作用动力可分为自然通风和机械通风两种。自然通风是以自然热压和风压为动力进行室内外空气交换，不需机械动力，比较经济，但不易控制调节。机械通风则是以通风机为动力进行通风换气，它可按照需要控制各种通风参数，如风量、风速、温度、湿度、清洁度等，但需要通风设备和动力。通风还可按作用范围分为全面通风和局部通风。全面通风是指作用范围大的通风方式，目的是使室内全部或大部分空间的空气参与流动更换，整个空气环境得以改善。局部通风则是指作用于室内局部地点的通风方式，目的是把有害物质从其产生的地方直接排出，防止在室内扩散，或是把室外新鲜空气直接送到工作地点，使局部空气环境得以改善。全面通风可以用机械通风或用自然通风实现。局部通风则大都用机械通风实现。在实际工作中，自然通风和机械通风，全面通风和局部通风，常是综合使用的。在选择通风方式时，应根据卫生要求、建筑物和生产工艺特点及技术经济条件，进行全面综合分析，作出适当的选择。

自然通风

自然通风是利用自然热压或风压为动力的一种通风方式。常用于工业或民用建筑的全面通风和某些热设备的局部排气系统。

热压自然通风 当室内有热源存在时，气温常比室外高。温度高时空气比温度低时的密度小。因密度不同形成室内外压力差，促使温度低、密度大的室外空气从建筑物下部开口处流入，温度高、密度小的室内空气从建筑物上部开口处排出，形成热压自然通风(图 1)。室内外温差越大，或进出口间的高度差越大，通风换气量越大。

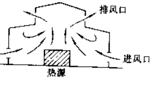


图 1 热压自然通风

风压自然通风 当风吹向建筑物时，在其迎风面产生正压，背风面产生负压，于是在建筑物内外形成压力差，在此压力差的作用下，建筑物外空气从迎风面开口处流入，建筑物内空气从背面开口处流出，形成风压自然通风(图 2)。

在设计计算自然通风时，通常只考虑热压的作用，而不考虑风压的作用，这是因为室外风速和风向经常变化不定，不易掌握。

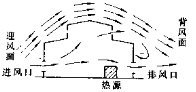


图 2 风压自然通风

利用热压和风压进行换气的自然通风，不但换气量大，且不消耗动力，对产生大量余热的高温车间是既经济而又有效的通风降温措施；但易受自然条件的影响，当风力不大，温差较小时，则效果较差。

为了保证和提高自然通风效果，在设计和使用自然通风时应注意以下几点：①建筑物进风面一般应与夏季主导风向垂直，不宜<45℃。平面布置最好不采用封闭式，尽量单排布置。开孔应位于夏季主导风向迎风面。②放散大量余热的建筑物以单层为宜，在周围特别是夏季主导风向迎风面，不宜修建附属建筑物。必需修建附属建筑物时，应建在背风面，占用的长度不得超过外墙全长的30%。③采用热压为主的自然通风，热源应尽量布置在夏季主导风向的下风侧。④进气窗最好有上下两排并应各有足够的面积，下排进气窗作为夏季进气用，窗沿下端距地面不应高于 1.2m，以便空气直接吹向工作地点。上排进气窗作为冬季进气用，窗沿下端一般不低于 4m，如低于 4m时，应防止冷风吹向工作地点。⑤为了保证排风稳定，避免风自天窗倒灌入内，可采用各种型式避风天窗或挡风板。

机械通风

机械通风是借助风机产生动力，使空气沿着通风管道送入室内或从室内将有害气体排到室外的通风措施，在排毒、除尘、降温和空气调节等各方面得到广泛应用。

机械通风种类很多，最简单的一种是在墙壁或窗孔上安装轴流式风机排出室内空气，也有包括空气处理设备和通风管网等较为复杂的通风系统。机械通风既用于局部通风，也用于全面通风；既用于送风系统，也用于排风系统。采用机械通风时，可根据需要对空气进行加热、加湿、冷却、干燥、除尘、除臭等处理。完整的机械通风系统通常由送、排风装置，通风管网，通风机和空气处理设

备等部分组成。

通风降温 有局部机械送风与全面机械送风两种。

局部机械送风 当自然通风不能有效地控制和降低工作地点的高温时，必须采用局部机械送风，加强局部工作地点风速或将经过冷却处理的冷空气直接送到工作地点。局部机械送风的方式一般分为送风、喷雾送风和冷却送风。

(1) 送风：利用吊扇、台扇、座扇或轴流式风机将局部范围的空气吹向工作地点，造成一定的风速，以利人体散热。本法简单、经济易行，但效果有限。

(2) 喷雾送风：与一般送风的不同处在于风扇上附带喷雾装置，使送风中混有雾状水滴。通过水雾蒸发吸收空气热量，降低送风温度。同时落到人体表面的雾滴也可因蒸发吸热，给人以凉爽感觉。喷雾送风的雾滴直径不能 $>100\mu m$，最好 $<60\mu m$。雾滴过大，不易蒸发，并会引起人体不适感。喷雾风扇的降温效率平均在 40% 左右，适用于冶炼炉、加热炉及其他高温场所的局部降温。

(3) 冷却送风：在某些工业高温场所，若以上两种送风不能满足要求或不适用时，可采取冷却送风。即将空气先行冷却处理，使其降到所需温度，然后送到工作地点。

全面机械送风 一般用多个吊扇均匀分布在工场所。如室外空气温度很高或室内对温湿度有一定要求，可采用空气调节装置(图 1)。

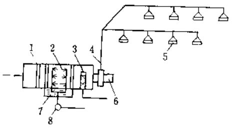


图 1 全面送风系统

1. 空气过滤器 2. 喷水室 3. 空气加热器 4. 风管 5. 送风口 6. 风机 7. 水池 8. 水泵

通风排毒 主要采用局部通风的形式，局部通风是把有害气体或蒸汽从其发生源近旁直接排走的一种通风措施。局部通风排毒系统通常有吸气罩、风道、净化设备和风机等组成(图 2)，其中吸气罩所用材料要具有防腐蚀和防吸附能力，其形状和位置则应视有害气体发生源和生产操作特点而定，力求在不影响操作情况下紧靠有害气体发生源，不使有害气体扩散到工人呼吸带。吸气罩有伞形、侧吸形、槽边形、柜形及移动式多种。

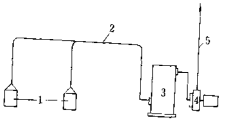


图 2 局部排风系统

1. 排气罩 2. 通风管道 3. 净化设备 4. 风机 5. 排气筒

通风除尘 通风除尘通常是以局部抽吸方式为主，全面通风方式仅在某些特殊场合(如超净车间)采用。局部抽吸通风方式是尽可能地把尘源密闭，以风机为动力，通过风道有效地控制粉尘在车间内扩散。

局部抽吸式的通风除尘系统通常由吸尘罩、风道、除尘器和风机等组成。吸尘罩直接安装在尘源旁，借助罩口的吸气作用控制粉尘不外逸。吸尘罩有多种型式，其性能直接影响整个除尘系统的效果，在选择和设计时要注意以下几点：①吸尘罩应尽量靠近尘源，并加以围挡、密闭。以便用较少的抽风量取得较好防尘效果。②吸尘罩吸气方向应尽可能与粉尘运动方向一致，充分利用含尘气流本身的动能，以减少抽气动力的消耗。③吸尘罩形状要与生产操作相适应，但要注意含尘空气抽入罩子时不应经过操作者的呼吸带。④吸尘罩形式确定后，需设计罩口的控制风速和抽风量。

控制风速要考虑物料的比重、粒度和干扰气流等因素。为防止粉尘堵塞和磨损风管，设计时应注意以下几点：①风管应尽可能垂直或倾斜敷设，与水平面的倾斜角应不 $<45-60°$。若条件限制无法满足上述要求时，也可采用较小的倾斜角或水平敷设，但此时须在弯头、三通等异形管件附近设清扫孔，以便定期清除风管中的积尘。②风管应采用圆形截面，一般宜明设。当必须在地下敷设时，应将风道设在地沟内，以便检修。③风管系统应力求简单，吸气点不宜太多，一般不超过 5—6 个。风管与风机的连接，支管与主管的连接，必须合理，以尽量避免和减少产生涡流为原则。支管与主管连接的三通夹角一般以 15—30°为宜。④风管内应保持输送粉尘所必需的最低风速，以防止粉尘在其中沉积。

教室通风

教室通风是为了保持教室内的空气新鲜和适宜的微小气候，以保证学生健康和提高学习效率。教室内经常有学生学习，如不进行通风，室内空气很快变为污浊，二氧化碳含量逐渐增加。闷热的空气会使学生精神不振、注意力不易集中，影响学习效果。一般学校多采用自然通风。一名 7—10 岁儿童每小时所需的空气量约为 $17m^3$。假如每名儿童占教室容积 $5m^3$，则每小时需要换气三次。

为了保持教室有新鲜的空气和适宜的微小气候，应按不同季节和天气规定合理的开窗制度，包括开窗面积的大小和开窗时间，并考虑执行上的方便。在寒冷季节，为了充分换气，又不影响上课时保持一定的室温，教师必

须做到铃响后马上下课；课间休息时，使全体学生离开教室，并开窗通风换气。在温暖季节无大风时，上课时应尽量打开窗户。

地下建筑物通风

地下建筑物通风用于地下铁道、隧道、地下仓库、防空洞、地下街道及各种类型的地下工程。地下构筑物处在岩石或土壤的包围之中，有良好的热稳定性，受外界条件影响较小；但其湿度较高，机械设备产生的噪声较大，所需要的通风设施较多。为了适应战时防护的需要，地下构筑物通风应具有以下特点：能防常规武器和原子、化学、细菌武器等；通风设备需适应平时和战时的需要；由于围护结构含湿量较高，需采用防潮措施；大多数情况下应采用机械通风，单纯依靠自然通风难以达到通风换气目的；必须控制通风机和柴油发电机等设备的噪声。

浅埋工事如地下室、掘开式工事、浅层地道式工事、坑道式工事及小型地下仓库，都应首先考虑充分利用自然通风。为此，必须合理布置平面，使气流能畅通地流经每个用室，并利用地形地物造成的风压与热压。对温、湿度要求较高、人员较多、设备能散发较多有害气体和水蒸汽，以及需具备战时防护能力的地下构筑物则需设置机械通风。其主要任务是有效地防止冲击波从进、排风口进入地下构筑物内部；净化空气中的放射性、毒剂、毒烟和细菌，以符合卫生要求；保证一定的符合卫生要求的换气量；保证有一定的正压，以防止有害物质从缝隙和出入口进入；在与外界隔绝的时间内保持内部空气中的二氧化碳浓度不超过卫生要求。对于战时要求较高的地下工程或地下厂房，需要设置完整的空调系统，对于一般的掩蔽工程或暂时使用的工程，因无严格控制温湿度的要求，则不需设置专门的空调设备。

采暖

向室内供给热量以维持正常生产与生活环境所必需温度的措施称为采暖。采暖技术按其所使用的热媒可分为热水采暖、蒸汽采暖与电热采暖等。按其散热方式又可分为辐射采暖及以对流散热为主的采暖。按其作用范围可分为分散式采暖和集中式采暖两大类。

采暖卫生 采暖可使室内保持一定的温度，一般在16—22℃，按所在建筑气候区、用途、经济水平和地区习惯等而异。室内温度应保持均匀。室内空气的水平温差不超过2—3℃，在这种温差下人们在室内走动时不致有冷热不匀的感觉。垂直温差不宜超过3℃（中、小学最好不超过2℃）。散热器表面温度不宜超过70—80℃，以免落入散热器表面的灰尘被干馏形成气体或细小的颗粒，污染室内空气。采暖设备应能根据采暖需要进行调节。散热器表面要光洁，最好与墙齐平，不产生噪声，不致有引起火灾的危险。燃烧产物如灰尘、一氧化碳、二氧化硫等应及时排出室外。室内空气的相对湿度保持在35—60%，避免过于干燥。

分散式采暖 分以下几种形式：

（1）火炉：火炉以辐射、传导、对流的方式通过炉壁和烟囱放热，使室内气温上升。用火炉采暖，室内温度不易均匀，水平温差和垂直温差都比较大，散热器表面温度高，封火后室温下降快，昼夜温度波动大，而且生火时易产生大量煤烟，污染室内空气。但因设备费用较低，构造简单，并可增加室内外空气交换，所以仍是常用的采暖方式。但如炉子使用不当，或烟囱高度不足，烟气逸入室内，有可能发生一氧化碳中毒，晚上尤应注意。使用火炉时门窗不宜关得太严，应设风斗或留有通气孔换气。

（2）炕：炕是中国北方民间习用的一种采暖方式，由烧火口、炕洞、炕面和烟囱等组成。生火时热空气加热烟道（炕洞），使炕表面温度增高，散出热量。烟道形式以直洞炕为好，温度较均匀，蓄热量大，便于清灰。炕的优点是经济，构造简单，不需金属材料，由于炕是用砖砌成的，热容量较大，熄火后温度下降慢。炕面上室内气温的垂直温差也较小。但要注意防止因构造不良，烟道堵塞，或有裂缝漏烟而引起一氧化碳中毒。

（3）火盆：使用火盆采暖时，室温不易均匀，热效率低，容易使室内空气受到污染。临睡前必须将火盆搬出室外，以防一氧化碳中毒。

（4）煤气红外线发生器：以陶瓷多孔板或金属丝网板作放热表面，以煤气为燃料。原来供工业烘干木材等之用，近年来部分城市居民用这种设备取暖。这是以辐射热为主的采暖方式，温度不均匀。经现场测定，在门窗关闭的情况下使用1h，室内一氧化碳浓度即明显升高，3h后浓度可达到引起头晕、恶心或嗜睡等症状的水平。除了用作高大空旷的建筑物（如展览馆等）内短时间局部采暖外，不宜用于住宅采暖。

（5）电炉：电炉有电热丝暴露在外的和隐藏在内的两种，供短时间局部辐射采暖之用。前者主要以辐射形式供暖；后者除通过辐射加热外，还有通过传导和对流加热空气的作用。电炉采暖温度不均匀，但对室内空气无污染。由于耗电大，只能在有特殊要求的场所如门诊室、X线检查室、体格检查室、仪器室等短时间使用。

（6）小型空气调节器：用电加热设备加热空气，然后再用小型通风机使热空气在室内循环，温度和风量都可以调节。采暖温度选定后，气温波动时可由温度继电器自动调节，比较符合卫生要求。使用时，须注意补给一定新鲜空气。

集中式采暖 集中式采暖设备热效率较高，燃料经济，管理集中，而且室内空气不致受到污染，没有一氧化碳中毒的危险，但设备费用大，需有专人管理，技术亦较复杂。可分热水采暖、蒸汽采暖、空气调节和辐射采暖四种。

(1) 热水采暖:用锅炉将水加热至70－90℃,热水经管道流至装置在各房间中的散热器,通过传导、对流,使室温升高。管道中的热水经散热器后水温下降,回至锅炉重新加热,如此反覆循环。由于水温可以调节,散热器表面的温度较易保持或调节至所需的温度(一般在80℃左右)室内温度比较均匀,符合卫生要求。但其运行费用较蒸汽采暖高。为了节约能源,目前国内外都在研究利用太阳能制取热水进行采暖。

(2) 蒸汽采暖:蒸汽采暖的设备基本上和热水采暖相同。锅炉产生的蒸汽经由管道流至各个房间的散热器放热,使室温升高。蒸汽放热后凝结为水,流回锅炉经加热重新变为蒸汽,反覆循环。由于用蒸汽为热体,散热器表面温度高(80—100℃左右),易使沉降在散热器表面上的有机灰尘分解升华,污染空气。采暖温度不如热水采暖容易调节。

热水采暖或蒸汽采暖都需要在室内安装一定数量的散热器(按房间大小而定)。散热器表面应光滑,与墙壁和地面保持一定距离,以便清扫。为了使室内温度均匀,散热器通常安装在窗下或窗下壁龛内。这样,冷空气由窗户缝隙进入后,因比重较大而下降与散热器接触,通过热传导加热而上升,在室内对流循环,可使室内温度比较均匀。

(3) 大型空气调节设备:室外冷空气通过空气调节设备中的热风器加热至所需的温度,然后由管道送入各室内。空调设备中有给湿设备,可使送入的空气具有符合卫生要求的相对湿度,空气调节设备不但能使室内保持采暖所需要的温、湿度,还能使室内保持一定的气流,使室内既采暖又通风,但因设备费用和运行费用都比较高,目前还只用于有较高要求的建筑物内。与小型空气调节器相比,大型空气调节设备在能源消耗上比较经济,并且可对回流的空气进行净化,但调节不如前者灵活。

(4) 辐射采暖:将热水管或蒸汽管敷设在墙壁内、地板下或天花板上部,使热量由被加热的围护结构表面通过辐射的方式传出。表面温度一般为25—40℃。辐射采暖室内温度均匀,周壁温度高于空气温度,不致使人产生闷热感。辐射采暖的缺点是加热缓慢,温度不易随时调节,热水管或蒸汽管的养护和维修都比较困难。

空气调节

采用人工方法创造和保持使人体舒适和达到工艺过程所要求的空气温度、湿度、气流和洁净度的空气环境,称为空气调节(空调)。空调是通过专门的空气调节设备系统来实现的。

空调系统的分类 按空气处理设备的设置情况不同,可分为集中式、局部式和半集中式。集中式空调系统是将全部空气处理设备包括风机、水泵等都集中在同一机房内。局部空调机组由冷冻机、通风机、空气加热器、冷却器、过滤器等组成。半集中式空调系统是指除了集中的空调机房外,还在需要空调的房间内设置二次处理的冷热交换装置,以便按需要对空气作进一步补充处理。

空调系统的组成 空调系统由空气过滤、加热、冷却、加湿及降湿等设备组成。

(1) 空气过滤:净化空气的过滤器应满足效率高、阻力小、容尘量大的要求。空调系统中使用的过滤器,主要有金属网浸油过滤器、自动清洗油过滤器、泡沫塑料过滤器、纤维过滤器、纸过滤器和静电过滤器等。前两种和一部分泡沫塑料过滤器为低效过滤器,另一部分泡沫塑料过滤器和纤维过滤器为中效过滤器,而最后两种则属于高效或亚高效过滤器。一般低效过滤器装在空气处理室的新风口后面预热器之前,以防预热器上积尘过多而降低传热效率。当空调系统回风也需过滤时,则低效过滤器应装在新风与回风混合室的后面。中效过滤器应放在风机后面系统的正压段,使经过中效过滤器后的洁净空气不致再被处理室外面的空气所污染。高效过滤器的安装位置则应尽量靠近洁净室的送风口,以保证过滤以后的空气不再被灰尘污染。

(2) 空气加热:空调系统中使用的加热设备有光管式和肋片式等以蒸汽或热水为热媒的加热器。在淋水室(或表面冷却器)前设置加热器以加热新风与一次循环的混合风,称为第一次加热。第一次加热仅在冬季使用。当室内需要保证一定的相对湿度时,第一次加热用来配合加湿设备(淋水室、加湿器等)保证冬季室内相对湿度。对于精度要求高的空调系统,还需设精加热设备,精加热一般采用电加热器,分别按房间或空气分配区分散设置。

(3) 空气的冷却、降湿和加湿:空气的冷却、降湿可用直接蒸发式表面冷却器、水冷式表面冷却器或淋水式直接喷淋等方法。加湿可用淋水加湿和蒸汽加湿等方法。用表面式冷却器处理空气可以达到较低的相对湿度,但不能同时作为加湿设备。淋水室可用于各类空调系统,作为冷却、降湿或加湿之用。它可以用在生产工艺对相对湿度有较严格要求的场合以及生产工艺要求相对湿度较高、空调房间发热量较大的场合。

废气净化处理

废气净化处理是指工业生产排放的废气在排入大气前的净化处理措施,使之符合废气排放标准的要求。常用的废气净化方法有:吸收法、吸附法、冷凝法和燃烧法四种。

吸收法 吸收法是用适当的液体洗涤废气,吸收其中的有害气体或蒸汽以达到净化的目的。吸收法分为物理吸收和化学吸收,物理吸收是不伴有明显化学反应的物理溶解过程,例如用水除去气体混合物中的氨、氯化氢、氟化氢、二氧化硫、二氧化氮、氯气等。化学吸收是伴有化学反应的吸收过程。例如用碱液吸收二氧化硫、氟化

氢、氯化氢、氯气、硫化氢等。在物理吸收中，吸收所能达到的限度，决定于吸收条件下的气液平衡关系；吸收速度则取决于组分从气相转入液相的传质速度。化学吸收中，吸收限度同时取决于气液平衡和液相反应平衡关系；吸收速度则同时取决于传质速度和反应速度。

常用的吸收设备：良好的吸收设备必须是：①被吸收气体与吸收剂之间有足够的接触面积和接触时间。②气液两相间交换强烈，吸收阻力低，吸收率高。③尽量采用逆流操作，增大吸收推动力。④气体通过吸收设备的阻力小。⑤耐磨，耐腐蚀。⑥结构简单，便于制作和检修。⑦便于清除和处理吸收过程中所生成的污水和污泥。

常用的吸收设备有以下几种：

(1) 喷雾塔：喷雾塔的结构如图1所示。气体由塔下部进入，吸收剂自上部用几层喷雾器喷洒，气液呈逆流接触。气体与吸收剂雾滴充分接触后，经塔上部的除雾器阻挡，液滴向下经出口排至塔外。

喷雾塔的空塔气流速度一般为1～2m/s。喷雾器在塔内的布置应使断面上的雾滴分布均匀。一般采用离心式喷雾器喷雾，雾滴的大小与其结构及水压力有关，一般出水孔径为3—5mm，水压力为2—3kg/cm²。转盘式离心雾化器具有不易堵塞的优点，但其结构较复杂，喷雾塔中安装的挡板式除雾器结构简单，不易堵塞。

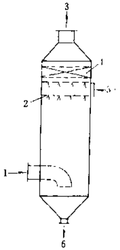


图1 喷雾塔

1. 气体入口 2. 喷雾器 3. 气体出口 4. 除雾器 5. 吸收剂入口 6. 吸收剂出口

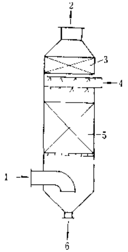


图2 填料塔

1. 气体进口 2. 气体出口 3. 除雾器 4. 吸收剂入口 5. 填料 6. 吸收剂出口

喷雾塔结构简单，阻力小[包括雾滴分离器在内，一般仅0.196—0.294kPa(20—30mmH_2O)]，其吸收效率与液气比、喷雾密度有关。它对大的尘粒也有一定的去除效果。

(2) 填料塔：填料塔(图2)的塔体通常为一竖直圆筒，其中充填固体填料，液体吸收剂自塔顶均匀喷洒，沿填料表面流下；气体沿填料间隙上升，在填料表面逆流接触，进行吸收。填料的作用是使气液两相有较大的接触面积。常用的填料有瓷环、塑料环、鞍形环和波纹板填料等，也有结合特殊需要使用焦炭块或石块作填料的。当填料层厚度大时，常将填料层分成若干层段，每一层段填料用多孔模板支撑，使液流重新分配均匀。填料塔的空塔气流速度一般为0.5—1.5m/s，流速过大时，液体不沿填料下流，使填料层的阻力骤增，易发生"液泛"现象，破坏填料塔的正常工作。填料塔的液气比一般为2—10。塔阻力随填料的种类、空塔气流速度、液气比而异，一般为0.294—0.685kPa/m(30—70mmH_2O/m)。

填料塔结构简单，宜于用耐腐蚀材料制作，对气量变化的适应性强，在塔中气液接触时间较长，尤适用于气液反应较慢的吸收过程，但其体积大。吸收液循环使用时，可能含有固体颗粒或沉淀物，易造成填料堵塞，不宜净化含尘量大的烟气。

(3) 湍球塔：湍球塔(图3)是由支撑筛板、轻质空心小球、上挡网、吸收剂喷雾器、除雾器等组成。被净化的气体由塔的下部引入，经过筛板，以一定的速度流向塔顶，小球被吹起在塔内湍动旋转，互相碰撞。吸收剂自塔顶向下喷淋，将小球表面湿润。由于气、固、液三相接触，使小球表面液膜不断更新，从而加强了气液两相的传质，提高了净化效率。

塔内装填的小球一般用聚乙烯或聚丙烯制作，也有用某些金属制成的空心小球，直径为20—38mm。湍球塔的空塔气流速度一般为2～6m/s。可根据被净化气体的初始浓度和净化要求，将塔设计成单段或多段，每段塔的

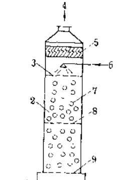


图3 湍球塔

1. 气体入口 2. 塔体 3. 上挡网 4. 气体出口 5. 除雾器 6. 吸收剂入口 7. 塑料球 8. 中筛板 9. 支承筛板 10. 吸收剂出口

阻力为 0.294—0.98kPa(30—100mmH₂O)

湍球塔空塔气流速度较高,处理能力大,气液分布比较均匀,不易被有害气体中的颗粒物堵塞,阻力稳定,具有吸收和除尘的双重作用。但塑料球只能在一定温度下使用,并需定期更换。

(4) 筛板塔(泡沫塔):筛板塔(图4)是由进气口、水平多孔筛板、气液分离器、出口等组成。在多层筛板塔内,气液呈错流状态,吸收剂从上层筛板的降液管流到筛板上,沿水平方向流过筛板,越过溢流堰经降液管流至下层筛板上,降液管的下端浸没于次一层筛板上的液层中,形

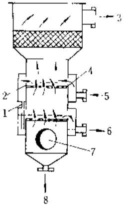


图4 筛板塔
1. 溢流管 2. 溢流板 3. 气体出口
4. 筛板 5. 吸收剂入口 6. 吸收剂出口 7. 气体入口 8. 吸收剂出口

成液封,被净化的气体自塔的下部引入,经筛孔穿过筛板上的液层,使其泡沫化。它随气流速度大小的不同,形成不同的气液混合状态。在泡沫区产生强烈的湍流运动,气液两相接触表面增加并不断更新,吸收过程迅速。筛孔直径一般取 5—10mm,空塔气流速度取 1.0—3.5m/s,筛孔气流速度取 6—13m/s。在上述条件下,每层筛板的阻力为 0.196—0.98kPa(20—100mmH₂O)。筛板应保持水平。筛板的上方应设气液分离器。

筛板塔结构简单,处理气体量大,有一定的吸收及除尘效果,阻力适中。但筛孔易被粘性物质或积垢堵塞,清理较麻烦,只适用于在气液负荷波动不大的情况下运行。

(5) 斜孔板塔:斜孔板塔(图5)是筛板塔的一种改进型式。斜孔宽 10—20mm,长 10—15mm,高 6mm。气体由塔的下部进入经斜孔水平喷出,相邻两孔的孔口方向相反,交错排列,吸收剂经溢流堰供至塔板,垂直于气流方向流动,产生强烈的湍流运动,这种结构使塔板上能保持较均匀的液层,气液能进行充分和较长时间的接触,从而进一步提高传质效果。斜孔板塔具有筛板塔的各种优点,而塔板上气流分布更为均匀,气液接触时间长,雾滴夹带量小,斜孔大,不易堵塞等更是筛板塔所不及的。

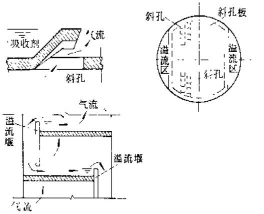


图5 斜孔板塔

吸附法 吸附法是用多孔性的固体物质处理废气,使其中的有害气体或蒸汽吸附于固体表面,以达到净化的目的。吸附法分为物理吸附和化学吸附。物理吸附时,气体与吸附剂不起化学反应,被吸附的气体很容易从固体表面解吸,而不改变其原来的性质,例如用活性炭吸附苯。化学吸附时,气体与吸附剂起化学反应,被吸附的气体需要在很高的温度下才能脱吸,并已非原来的性质,例如用氯化活性炭吸附汞蒸汽。吸附剂均具有多孔结构和巨大的内表面。例如 1g硅胶有 500m²的内表面,而 1g活性炭有 1 000m²的内表面。吸附剂对不同的气体具有不同的吸附作用。吸附剂所能吸附气体的量与气体的分压(浓度)及温度有关。分压越大,吸附气体量越多,而温度越高,吸附气体量越少。吸附法适用于清除浓度较低的有害气体,而当有害气体浓度很高时,吸附剂很快达到饱和,需要经常更换或再生。

常用的吸附设备:吸附器分为固定床、流动床和沸腾床等三种。

(1) 固定床吸附器:固定床吸附器的吸附层是静止的,有立式(图6)、环式(图7)和卧式(图8)三种。

(2) 流动床及沸腾床吸附器:在流动床及沸腾床吸附器中,吸附剂在流动及"沸腾"状态下与被吸附的气体相接触,能够达到较高的吸附效率。因流动床工艺较固定床复杂,往往与特殊生产流程结合使用。例如铝厂含氟废气采用以氧化铝为吸附剂的流动床吸附器(图9)。含氟废气通过管道进入流动床,在进口处与加入的氧化铝粉混合,在风管中高度分散的氧化铝粉与氟化氢气体充分接触,在较短时间内完成吸附过程。气流携带含氟的氧化铝进入旋风分离器和袋式过滤器,分离出的含氟氧化铝粉送至铝电解槽作原料,净化后的气体经风机排至大气。

冷凝法 冷凝法系利用物质在不同的温度下具有不同的饱和蒸汽压的性质,将工业废气的温度降低,使其中某些有害气体或蒸汽冷凝成液体,从而分离出来。要求的

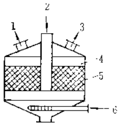


图6 立式吸附器

1. 解吸时蒸汽出口 2. 气体入口
3. 吸附时气体出口 4. 吸附器
5. 活性炭层 6. 解吸时蒸汽入口

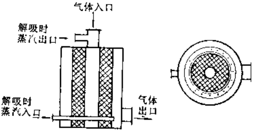


图7 环式吸附器

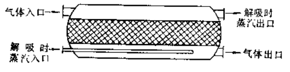


图8 卧式吸附器

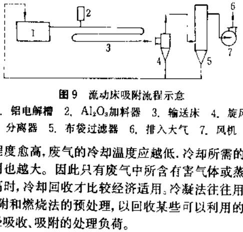


图9 流动床吸附流程示意

1. 铝电解槽 2. Al_2O_3加料器 3. 输送床 4. 旋风分离器 5. 布袋过滤器 6. 排入大气 7. 风机

净化程度愈高,废气的冷却温度应越低,冷却所需的动力及费用也越大。因此只有废气中所含有害气体或蒸汽浓度很高时,冷却回收才比较经济适用。冷凝法往往用作吸收、吸附和燃烧法的预处理,以回收某些可以利用的物质并减轻吸收、吸附的处理负荷。

燃烧法 燃烧法是利用废气中某些有害物质可以氧化燃烧或在高温下能分解的特性,将废气燃烧,变成无害物质。燃烧法有直接燃烧和催化燃烧两种。

(1) 直接燃烧法:是利用废气中可燃的有害气体作燃料来燃烧的方法,适用于有害气体与空气混合浓度达到燃烧下限的、或者不加空气即可燃烧的有害气体。直接燃烧的条件是保持燃烧至600—800℃的温度及不少于0.3—0.5s的滞留时间。炼油厂、油毡厂等将氧化沥青生产中产生的废气送入加热炉燃烧净化,即为直接燃烧法之一例。

(2) 催化燃烧:是用催化剂使废气中可燃物质在较低温度下氧化分解的净化方法。催化燃烧是将废气先通过预热装置预热至200—400℃,再进入燃烧室混合均匀,然后通过催化剂床使废气中可燃物质发生氧化反应。催化燃烧对于燃烧温度要求较低,因而所需辅助燃料少,燃烧装置也较简单。催化燃烧的转化率即净化效率可达90%—95%。所用燃烧设备如图10所示。

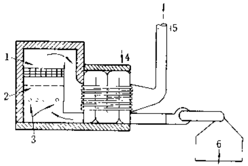


图10 催化燃烧设备示意

1. 催化剂床层 2. 多孔板 3. 预热燃烧器
4. 热交换器 5. 排至大气 6. 废气

目前,作催化燃烧用的催化剂分为三类:①贵金属系:铂、钯、钌等。它们有很高的氧化活性并易回收,但资源稀少,价格昂贵。②金属氧化物及其盐类:氧化铜(CuO)、氧化镍(NiO)、二氧化锰—氧化铜的复合物、三氧化二铁—三氧化二铬的复合物及铜、锰、镍、锌、铬酸盐等。复合氧化物的催化性能比单组分氧化物好,但氧化活性仍不如贵金属。③金属硫化物系:钍、镍、钼、钴的硫化物。这类催化剂一般只适用于含硫的烃类化合物的催化燃烧,它们在高温时易分解,使用温度限于300—400℃。

催化剂的活性物质常涂在载体上,以减少催化剂的用量。载体呈小球形、圆柱体和各种异形体,以便增大比表面积。

催化燃烧的温度约为320—480℃,适用于含有可燃性气体和蒸汽的净化,而不适用于含有大量颗粒物的废气。因为颗粒物不仅可以堵塞催化剂床层,使流动阻力增大,而且能使催化剂本身由于颗粒物覆盖而氧化活性衰退。本方法已用于绝缘材料、漆包线、炼焦、印刷、油漆、化工脱硫工艺以及消除氮氧化物等方面。

工业废渣处理

工业废渣是指工业生产过程中排出的固体或半固体

状废弃物。主要来自煤炭、冶金、化学、石油化工、轻工和原子能工业等。工业废渣的特点是排出量大，种类繁多，成分复杂；有的有毒性，有的有腐蚀性，有的有放射性；有的易燃、易爆。目前工业废渣中产量较大的有粉煤炭、煤矸石、炉渣、高炉矿渣、钢铁渣、有色金属渣、电石渣、硫铁渣和铬渣等。大量工业废渣如果缺乏科学管理，得不到合理的处理和利用，长期堆存，不仅占用大片土地，而且还会污染环境，影响人体健康和动植物生长。为了加强对有毒有害工业废渣的管理，许多国家已先后制订了管理工业废渣的法规和条例。我国《工业企业设计卫生标准》（TJ36—79）也有明文规定：工业企业的生产废渣，应积极采取综合利用措施。凡已有综合利用经验的，必须纳入工艺设计。利用有害工业废渣，必须防止产生新的污染。废渣堆放或填注时，应有防止扬散、流失、淤塞河道等措施，以免污染大气、水源和土壤。《标准》中还规定：含汞、镉、砷、六价铬、铅、氰化物、有机磷及其他毒性大的可溶性工业废渣，必须专设具有防水、防渗措施的存放场所，并严禁埋入地下和排入地面水体。

工业废渣回收处理和综合利用的途径较多。有些工业废渣经过适当的工艺处理，就可成为工业原料或能源。如钢铁渣、有色金属渣、粉煤灰等已用来加工制造水泥、砖瓦、砌块、轻混凝土骨料等建筑材料和筑路材料；利用煤灰等制成建筑材料。建造房屋时，应注意物料中放射性含量，使室内放射性含量不超过国家有关规定。有的废渣还能从中提取铁、铝、铜、铅、锌等金属和钒、钼、锗、钪、钛等稀有金属，以及制造肥料或土壤改良剂等。

工业废渣由于数量庞大，成分复杂，加上受经济、设备和技术条件的限制，目前还只是有限的几种工业废渣能得到回收处理和综合利用，大部分还是以消极堆存为主，部分有害工业废渣则采用填埋、焚化、化学处理和生物处理等方法进行处置。

工业废渣堆放场不得设在工厂周围的卫生防护范围之内，也不得设在河流饮用水取水点上游 1 000m至下游 100m的沿岸水源防护范围之内。凡能引起尘土飞扬的废渣堆，应与生活居住区保持适当的卫生防护距离，中间应植树绿化。堆放场最好用土覆盖或盖土后植树，以免污染环境。

目前各国普遍采用的工业废渣处置方法有：

（1）焚化法：工业废渣的毒性如不是由所含元素而是由有机物质所致，则可采用焚化法分解。例如工业废渣中的有机物经焚化可转化为二氧化碳、水和灰分，以及少量的含硫、氮和磷的化合物等。在焚烧过程中产生的有害废气和剩余的灰分，还必须进行再处理（见"城市垃圾处理"条）。

（2）填埋法：掩埋有害工业废渣，必须确保周围环境安全。填埋的场地最好选在干燥地区，要远离水源；场地底部用粘土夯实，以保证不致因沥滤、渗漏等而使这些有害废渣或其淋出液进入地下水或地面水体。对被处理的有害工业废渣的数量、种类、存放位置等，均应作好记录，避免引起各种成分之间发生化学反应而发生危害。对淋出液要进行监测。对水溶性废渣要在场地底部铺设沥青、塑料等不透水垫层，以防渗漏。

（3）化学处理法：应用最普遍的是酸碱中和法。为了避免过量，可采用弱酸或弱碱，就地中和。处理含有氰化物和铬酸盐的废渣，可采用强氧化剂和还原剂。通常要有一个调节反应池，避免加药过量。为了减少工业废渣的毒性，可采用化学沉淀法，利用沉淀作用，形成溶解度低的化合物和硫化物等来降低重金属离子的溶解度。此外，利用化学固化剂，能使有害废渣形成溶解度较低的化合物，最常用的方法是用水泥或沥青固化。

（4）生物处理法：土壤和水体都可接受适量的有机和有毒的工业废渣，通过生物降解以解除其毒性。一般可采用堆肥法。有些有机废渣可与水混合成废水，经活性污泥法、氧化塘法等，使之无害化。

放射性废弃物处理

凡生产或使用过程中废弃的放射性物质和被放射性物质污染而不能再利用的废弃物，统称放射性废物，按其形态可分为固体、液体和气载废物。对放射性废弃物的处理必须有完善和严格的措施。基本原则是根据各类废弃物的放射性水平及废弃物的性状、体积及所含核素的种类、半衰期等给予不同的处理方法。

低放射性废水处理

放射性废水处理的最基本途径，一是浓缩贮存，二是稀释排放。贮存衰变法适用于含短半衰期（<15d）放射性核素的废水，可将该类废水贮存一段时间（例如 10 个半衰期）后进行排放。

凝聚沉淀法是一种投加凝聚剂在水中形成絮状物，吸附放射性物质并下沉而去除水中放射性的方法。常用的凝聚剂有明矾、石灰、铁盐和磷酸盐等，可根据各种放射性核素的特性选择使用，合理配方。酸性废水可采用中和剂处理以提高碱度；水中有机杂质可用氧化剂进行氧化，以提高去污效率。

近年来广泛应用离子交换法处理放射性废水。常用的离子交换剂有氧化铝、人造沸石、磺化煤和各类离子交换树脂等。根据不同的核素选用适当的离子交换剂，对废水中的悬浮物、有机溶剂、油类及非放射性盐类杂质应进行预处理。

电渗析和反渗透法主要用于去除废水中的盐类杂质，以提高离子交换树脂的去污效率。在适当条件下，对废水中的放射性核素也有一定的去污效果。

蒸发处理法用于去除废水中的非挥发性放射性核素及其盐类杂质。当废水中含有挥发性核素时，其去污效率

将大为降低。在离子交换法后采用蒸发法,则效果更佳,但成本较高。

生物化学处理法一般用于有机废水的预处理。它是基于微生物能将水中的有机污染物氧化分解成性能稳定、结构简单的矿物质作用,从而使废水中的有机污染物得以净化,同时也能因吸附或浓集的作用而去除一定的放射性核素。

低放射性废水经净化处理后向水体排放时,应根据水体受纳容量确定排放量,并要有相应的排放监测和定期进行污染状况的调查。为改善废水与水体的混和条件,缩短混和过程所需时间与距离,可采取一些措施,如预稀释,即将净化处理过的废水排入下水道,利用下水道系统的非放射性污水将放射性废水进行稀释;把排放口设置在水流中心,采用多孔口排放和射流方式都可以加速废水与水体的混和。

向地表和浅层地层排放是利用土壤的渗滤作用,使废水中的放射性物质吸附在局部范围的土壤中,不致造成大范围的污染。实施此种排放时必须对当地的水文、地质、气象和经济地理等条件有一定的要求,例如人口密度小、地下水位低、土层渗透性好、无断层与裂隙、无待开采的矿藏和无地下水流过等。

深井排放是将放射性废水注入地下的多孔砂岩层中,作长期安全地禁锢。为此应选择通透性好且均匀的岩层,有大的离子交换容量,还要设置检查井。

零排放是要求核工业不向环境排放任何放射性物质,由于经济原因,目前还很难实现。

中、高放射性废液处理 中、高放射性废液在尚无可靠的永久性处置方法时,一般可采用蒸发法预先浓缩,然后放在地下贮罐内暂时贮存。比较理想的办法是将中、高放射性废液进行固化处理,再作为固体放射性废物处置。

水泥固化适用于固化处理低放射性废水浓缩物,此法简便易行,投资低,缺点是体积大,有些核素在水泥中的结合力低,易被雨水、地下水或海水浸出。

沥青固化适用于中、低放射性废水浓缩物,此法浸出率低,减容比大,且沥青价格便宜,缺点是固化体抗辐射性能差。本法不适用于含有硝酸盐和亚硝酸盐的废液。

罐内蒸发固化可使贮罐内存放的废液转变成固体,从而大大提高了安全可靠性,经 15 年监测确认安全后可将贮罐封闭起来,作为永久性贮存。

煅烧固化是将高放射性废液经脱水、脱硝后加高温除去其中挥发性组分,煅烧成固体。流化床煅烧法目前已用于处理硝酸铝及氟化锆一硝酸铝废液,该法流程连续,效率高,设备维修简便,处理物易于贮存,缺点是固化体浸出率大,并产生大量废气,增加了处理的复杂性。

玻璃固化是将煅烧固化体进一步熔融,制成结构稳定又耐腐蚀的玻璃固化体,便于永久性贮存。

气载放射性废物净化处理

气载放射性废物按其性质可分为四类,即放射性气溶胶、粉尘;惰性气体;钌和卤素类挥发性物质和氚化氢气或水蒸气。废物中所含的放射性物质有的是天然放射性核素,也有裂变产物和中子活化产物,应针对各种不同的气载放射性废物,选择各自合适的处理方法。

将放射性气溶胶和粉尘从气载放射性废物中分离出来的方法较多,一般工业废气除尘设备,如降尘室、旋风分离器、泡沫除尘器和多孔过滤器等都只能分离出粉尘和颗粒直径较大的气溶胶,去除直径细小的效率极低。目前,高效微粒空气过滤器(HEPA过滤器)是对放射性气溶胶最有效的过滤设备,过滤直径为 0.3μm颗粒的效率在 99.97%以上,被广泛采用于反应堆气载废物处理系统,以收集气体核素衰变生成的非挥发性放射性固体粒子。为了保证高效过滤器有效地发挥其作用,当气载废物中含有较高浓度的粉尘或较高水分时,应当分别用除尘过滤器进行预净化和水分分离器除去水分。此外,高效过滤器还应安装在适当的部位,以取得最佳净化效果。

化学吸附、吸收等方法可去除气载废物中的放射性气体。活性炭吸附和液体洗涤吸收法能有效地去除碘和放射性惰性气体;低温蒸馏法用于燃料后处理工厂中氪-85的回收;贮存衰变法可使反应堆排出的惰性气体的放射性大大降低,然后再作最终贮存

气载放射性废物排放 在经过一定的净化处理后,最终要通过烟囱把气载放射性废物排入大气,在一定程度上造成大气放射性污染,由于这种处置形式所产生的照射途径比其他处置形式更为直接广泛,包括外照射、吸入和经不同途径摄入等,因此除少数例外情况(如惰性气体),排放限值应相当低。除了严格遵守排放标准,合理控制排放外,还要对周围环境和居民区进行定期监测和调查,并作出剂量学评价。

固体放射性废物处理

固体放射性废物可含有天然放射性物质,裂变产物和活化产物,其处理方法应考虑安全、经济和合理选用。通常,对于含有短半衰期放射性核素的废物,可放置 10 个半衰期,待其放射性衰变达到容许水平后,作一般废物处置;对于长半衰期的废物,应另选他法处理。

表面去污法可用于处理某些受放射性污染的固体废物。络合剂可使放射性物质与络合剂溶液生成可溶性络合物,强酸则可以将污染表层腐蚀去除,,使废物表面的放射性污染降低后再作最终处置。在去污过程中产生的放射性废物应作相应处理。

对于含水量很大的固体废物,如沉渣、蒸发残液和活性污泥等,如果直接贮存,既不经济、又可能渗漏,因此先

要用过滤、离心分离、空气干燥、冻融脱水和固化等进行脱水，使废物体积缩小，便于贮存。

可燃性废物，一般采用焚烧法处理，以减小体积。焚烧炉应具备排气净化装置，以除去焚烧所产生的气载废物。净化设备有旋风分离器、泡沫除尘器和高效过滤器等。焚烧所产生的灰渣也要安全处置。

被放射性物质污染的金属废物，如不锈钢、铜、镍等还可以采用回炉的方法加以处理。例如，被铀污染的废钢经回炉后，大部分铀都集中到钢渣中去，再从钢渣中回收铀。

固体放射性废物处置 低放射性固体废物经焚烧或压缩等方法处理后体积缩小，可以直接埋在地下，没有埋藏条件的也可建立仓库，临时贮存固体废物。

中放射性固体废物通常被埋藏在地下钢管或用混凝土衬里的井中。

地下临时埋藏是一种常用的高放射性固体废物的处置方法。可将废物置于不锈钢容器内，再将其埋于地下，埋藏地点要选择远离居民生活区和饮用水源，并考虑自然侵蚀、扩散等因素，埋藏深度要达到屏蔽防护要求；同时也应注意废物容器通风散热。利用废盐矿井来贮存废物也是一种安全的方法，盐岩层通常是干燥而不透水，与地下水源隔绝，盐矿又十分坚固，开矿形成的大洞不会倒塌，而且盐矿床通常位于低地震区。因此，目前认为废盐矿是最好的贮存场所。海洋处置也是一种最终处置方法，将经过固化和高度压缩的废物装在适当的容器内，运往海洋中某指定地点，弃置于深海中。就技术条件而论，海洋处置是一种安全的方法，其主要困难在于必须取得国际间的一致意见。

除尘

使含尘气流中所含的尘粒与气流分离的过程，称为除尘。从气流中去除尘粒的设备，称为除尘器。

除尘的方法，从作用原理来说，主要有：①利用外力作用于尘粒，如重力、离心力、惯性力等。②利用滤料的过滤作用。③利用液体对固体尘粒的湿润、粘附、洗涤等作用。④利用电场的作用等几种方法，使尘粒从气流中分离。

由于各种除尘方法作用原理的不同，所能捕集的尘粒性质、颗粒大小迥异，适用的范围也不一样。除尘时应根据具体情况选用相应的除尘设备。

常用的除尘器可分为干式除尘器和湿式除尘器两大类(见表)。干式除尘器有利用重力除尘的重力沉降除尘室，利用离心力除尘的旋风除尘器，利用惯性除尘的惰性除尘器，利用过滤除尘的袋式除尘器和颗粒层除尘器，利用静电除尘的静电除尘器等。湿式除尘器有冲击式水浴除尘器、泡沫除尘器、自激式除尘器、卧式水膜除尘器、文丘里除尘器等。但也有一些除尘设备，兼用干湿两种方法组合而成，以提高除尘效率。良好的除尘设备应具有除尘效率高、阻力小、构造简单、易于制作安装、便于维修管理、安全、省电、耐用、不形成二次污染等优点。

常用除尘器的性能

型 式	阻力损失 (kPa)	可除下的最小粒径 (10^{-6}m, μm)	平均除尘效率(%)
干式			
重力沉降室	0.67—2.00	50	40—60
旋风式	2.00—20.00	15	80—90
多管旋风式	6.67—20.00	5	85—95
振打式	10.00—20.00	0.1	<99
脉冲式	9.33—20.00	0.1	95—99.5
静电除尘器	1.33—2.67	0.005	90—99
湿式			
水膜旋风式	6.67—10.66	5	90—95
喷淋式	1.33—2.00	10	60—80
自激式	13.33—21.33	5	95—98
文氏管式	13.33—133.30	0.2	95—99

重力沉降除尘室

利用重力的作用，使直径较大的尘粒从气流中分离出来的除尘设备，称为重力沉降室。

当含尘的气流通过横截面较大的空间(图1)时，水平气流速度(V_H)急剧降低，尘粒因受重力作用逐渐与气流分离而沉降。由于尘粒下降至沉降室底部需有一定时间，因此沉降室须有一定的长度，使尘粒随气流通过沉降室时能沉降于室底。气流在沉降室内停留的时间应比尘粒从沉降室顶部下降至沉降室底部所需的时间长一些。

V_H一般为0.3—1.0m/s；常用0.6m/s。

重力沉降室能捕集的最小尘粒的直径d_{min}为：

$$d_{min}=\sqrt{\frac{18\mu\cdot H\cdot V_H}{g\cdot\rho_D\cdot l}}\ (m)$$

式中：

μ 为空气动力粘滞度

H 为沉降室高度(m)

V_H 为水平气流速度(m/s)

g 为重力加速度(m/s²)

ρ_D 为尘粒(kg/m³)

l 为沉降室长度(m)

为了提高除尘效率，可在重力沉降室内设置不同形状的挡板(图2)，除重力作用外，利用碰撞、涡旋等作用，促使尘粒与气流分离。

重力沉降室的底部(灰斗)可设水池，防止沉降下来的尘粒再度飞扬而随气流流往沉降室外。水池应有清灰设备。

重力沉降室构造简单，可少用或不用钢材。但由于细微尘粒的沉降速度太慢，一般只适用于去除直径较大的尘粒。由于占地面积大，且一般不能去除可吸入性尘粒，

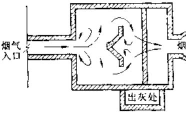


图 1 重力沉降室（平面图）

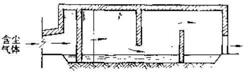


图 2 重力沉降室（纵剖面图）

因此其应用受到一定限制。

旋风除尘器

旋风除尘器（cyclone）是利用离心力而使尘粒从气流中分离出来的除尘设备。一般适用于去除直径 10μm 以上的尘粒。

旋风除尘器的基本形式如图 1 所示：上部呈圆筒状（筒体），下部为圆锥形（锥体），圆筒中央有一内筒（排出管）。含尘空气通过水平管道从圆筒上部以高速度（15—18m/s）沿切线方向进入，并在筒体内环绕排出管沿筒体向下作旋转运动（外涡旋）。含尘气流中的尘粒因离心力作用而向外移动，撞击筒壁，从而失去运动速度而落入锥体下的灰斗。净化后的气体达到锥体底部后转而向上旋转，形成内涡旋，然后经排出管排除。一般认为内、外涡旋交界面的直径大致相当于排出管直径的 60%。

除了外涡旋和内涡旋以外，由于含尘气流在沿筒壁向下高速旋转时，筒体内顶部的压力下降，因此有一小部分气流裹着细小的尘粒旋转向上（上涡旋）达到顶部后再沿排出管外壁旋转向下，然后从排出管排出。如果在旋风除尘器的进风管上缘和筒体顶盖之间有一定距离（如旁路式），上涡旋更为明显（图 2）。

旋风除尘器的除尘效率随气流旋转速度和尘粒密度的增大而增高，随排出管直径和径向速度的减小而增高。在一定范围内，进口速度愈大，除尘效率愈高。但随着进口速度的增大，阻力也迅速增高，而且筒内气流速度过快，也可使气流扰动剧烈，使已分离的尘粒重新卷入气流。

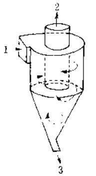


图 1 旋风除尘器的基本形式
1. 含尘空气 2. 除尘后空气
3. 出尘口

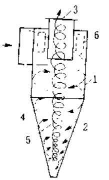


图 2 旋风除尘器内的气流
1. 筒体 2. 锥体 3. 排出管
4. 外涡旋 5. 内涡旋
6. 上涡旋

旋风除尘器由于有上涡旋气流及其所夹带的由细小尘粒组成的尘环存在，尘环在筒体顶部别无出路，结果沿排出管旋转向下，从排出管排出，从而影响除尘效果。另一方面，在锥体部分的内、外涡旋气流容易返混，这种情况在锥体底部更为明显；而锥体底部又由于气流旋转而处于负压，更易使已沉降的尘粒重新上扬，使除尘效率下降。为了解决这些问题，目前有下列几种较常用的改进形式。

旁路式旋风除尘器 特点是没有切向分离室，使上涡旋气流所夹带的尘环分道从旁路进入灰斗。旁路型除尘器筒体细长，进气管径向较薄，管上缘比筒体顶盖低，排出管插入筒体较短（图 3）。含尘空气进入后，在旋转时分成上涡旋和向下的外涡旋两股气流。较粗较重的尘粒沿外筒内壁环绕排出管向下旋转，因撞击而丧失动能后落入灰斗。较细较轻的尘粒由上涡旋气流带至除尘器筒体上部，形成旋转的尘环，通过切向分离室上部的裂隙流出，形成旁路；后来又在除尘器锥体下部汇合，进入灰斗。这样就减少了较细较轻的尘粒重新上扬，使除尘效率提高。

扩散式旋风除尘器 特点是筒体下为扩散式倒锥体。倒锥体内设有挡灰盘。进风管与筒体切向连接（图 4）。含尘气流沿切线方向进入筒体后，形成外涡旋气流旋转向下，尘粒因离心作用甩向器壁，通过挡灰盘与倒锥体之间的环形缝隙进入灰斗。除尘后的气体通过挡灰盘中心孔旋转上升，形成上升的内涡旋气流，通过排出管排出。锥体改成扩散式倒锥体，可显著减少气流的返混现象。

双级涡旋式除尘器 是在旁路式旋风除尘器前面另加一级涡旋器组合而成。较粗大的尘粒在一级涡旋器中被阻留下来，部分气流裹带着大部分细小的尘粒，流向二级涡旋（旁路式除尘器），进一步净化（图 5）。由于大部分气流只经过一级涡旋器即被排出，只有部分气流（约

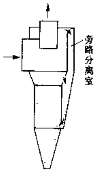


图3 旁路式旋风除尘器

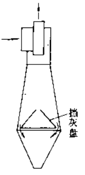


图4 扩散式旋风除尘器

10%)经过二级涡旋净化,所以具有除尘效率较高,而阻力增加不多的特点。

多管式旋风除尘器 是由多个100—250mm直径的旋风管并联组成(图6)。含尘气流经轴向式导流片进入各旋风管。由于旋风除尘器的除尘效率随筒体直径的减小而增高,从而提高了除尘效率。各旋风管所承担的含尘空气量应均匀,轴向式进气口要注意防止堵塞。

旋风式除尘器下部的气密性良好与否,对除尘效果影响很大。除尘器内部的压力由筒体外壁向中心逐渐减低,锥体底部通常为负压,容易使已沉降的粉尘重新上扬。因此,如何在不漏风的条件下排灰极为重要。目前在锥体和灰斗之间的锁气器有双翻板式和回转式两类,使用时要注意防止漏气,以免影响除尘效果。

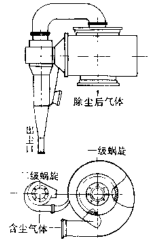


图5 双级涡旋式除尘器

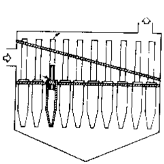


图6 多管式旋风除尘器

袋式除尘器

袋式除尘器是由用致密的纤维织物制成的多个筒形滤袋组成的滤尘设备,适用于去除细小的干燥尘粒。含尘空气进入滤袋后,通过织物的过滤作用,尘粒被阻留下来,净化后的空气从排气管排出。滤袋的材料通常用布、绒布、玻璃纤维布、工业羊毛毡、合成纤维织物以及聚四氟乙烯等。滤料的性能对除尘效率有很大影响,良好的滤料应该滤尘效率高而阻力低,耐腐蚀,经久耐用(见表)。

袋式除尘器适宜于去除原始含尘浓度不超过5g/m³的细小尘粒。如尘粒中含有较大颗粒或原始含尘浓度超过5g/m³时,应先用旋风除尘器等作一级处理,然后再用袋式除尘器作二级除尘。

滤料织物的经线纬线间的孔隙,通常为20—25μm左右;如滤料表面拉毛起绒,孔隙也有5—10μm。因此,新滤料对细小尘粒的阻留效率不高,经使用一段时间后,由于尘粒受到阻留、吸附、碰撞、静电等作用,滤料表面附着一层尘粒(称为"初层"),使孔隙大为缩小,除尘效率提高。此后随着尘粒在滤料上的积聚,气流阻力增高。如滤料两侧的压力差很大,可以使附着在滤料一侧的尘粒透过滤料,致使除尘效率下降。因此,袋式除尘器需要及时清灰。清灰时要防止初层受到损坏,以免影响除尘效果。

袋式除尘器常用滤料的性能

滤料	适用温度范围(℃)		耐酸性	耐碱性	比强度	吸湿率(%)
	最高	一般				
棉织品	95	75—85	差	尚可	1	8
羊毛制品	100	80—90	尚可	差	0.4	10—15
锦纶	95	75—85	尚可	好	2.5	4—4.5
腈纶	150	125—135	好	差	1.6	6
涤纶	160	140	好	差	1.6	6.5
玻璃纤维		250	好	差	1	0
聚酰胺	260	220	差	好	2.5	4.5—5
聚四氟乙烯		220—250	优	优	2.5	0

脉冲喷吹袋式除尘器 构造如图1所示。在滤袋上部设有喷吹管、引射管和脉冲阀。含尘空气从滤袋外向滤袋内过滤,尘粒被阻留于袋外,一部分因重力作用落入灰斗,一部分附着于滤袋外壁。每排滤袋用一个脉冲阀控制压缩空气喷吹。每次喷吹时间为0.1—0.2s。在喷吹的瞬间内,喷吹的压缩空气在引射管口形成高速气流,使引射

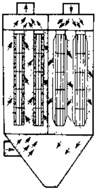


图1 脉冲喷吹袋式除尘器
（左侧在进行正常运转、右侧在进行喷吹）

管周围相当于压缩空气体积5—7倍的空气冲入滤袋，滤袋因受突然冲击而迅速膨胀，抖落附着在滤袋外的尘粒。脉冲喷吹袋式除尘器的优点是能及时清灰，滤料阻力不致升高，单位面积空气负荷大，所需滤料面积较小，滤袋不易磨损，设备占地面积小。

气环反吹袋式除尘器 由气环箱、气环管、驱动装置、滤袋、灰斗等组成(图2)。含尘空气由上部进入滤袋，尘粒被阻留于袋内。气环箱由驱动装置驱动，沿位于四角的钢丝绳上下往复运动。由高压风源提供的高压空气(3.4—4.9 kPa)通过气环管的环状狭缝向滤袋内喷吹，吹落附着在滤袋内表面上的尘粒。这种袋式滤尘器滤料单位面积上容许的空气负荷量大，且能处理含尘浓度高的气流，主要缺点是滤袋容易磨损。

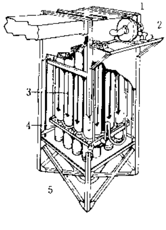


图2 气环反吹袋式除尘器
1. 反吹通风机 2. 气环驱动电动机 3. 羊毛毡滤袋 4. 气环框架 5. 灰斗

湿式除尘器

湿式除尘器是使含尘空气与水滴或水膜接触而将尘粒从气流中分离出来的除尘设备。其除尘原理包括以下几个方面：①通过惯性碰撞、滞留，使尘粒与水滴或水膜接触。②微小尘粒通过扩散与水滴接触。③加湿的尘粒相互凝聚。湿式除尘器的优点是结构简单，初始投资低，除尘效率较高，并能同时部分地进行有害气体的净化，适于处理有爆炸性危险的含尘废气及同时含有多种有害气体的废气。缺点是有用的物料回收困难，泥浆处理较麻烦，高温烟气经洗涤后温度下降，不利于烟气上升扩散。

冲击式水浴除尘器 冲击式水浴除尘器如图1所示，它是由喷头、塔体、水池、挡水板、进水管、溢流排水管等部分所组成。含尘废气以一定的速度经塔中央的喷头冲入水中，喷头没于水面以下，依靠气流的冲击作用，造成气液间的激烈搅动，并在水面上层形成大量泡沫，起到对含尘废气的除尘、净化和冷却作用。净化后的气体经折式挡水板后排空。冲击式水浴除尘器的优点是性能稳定，结构简单，制作容易，便于维修管理，对亲水性的较大尘粒可有90%净化效率，较广泛地应用于陶瓷厂、耐火材料厂、铸造车间及喷砂车间等。

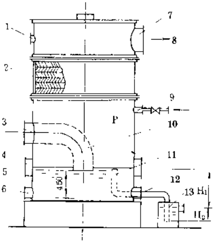


图1 冲击式水浴除尘器
1. 测压孔 2. 挡水板 3. 进风管 4. 观察孔 5. 塔体水池 6. 排污孔 7. 出风管 8. 净化后空气 9. 进水管 10. 喷头 11. 溢流管 12. 溢流管安放孔 13. 水封溢流桶

文氏管除尘器(venturi scrubber) 文氏管除尘器是一种高效除尘设备，其效率可达90%--99%。钢铁厂、冶炼厂、化工厂等排出的含有2μm以下的尘粒的废气，用一般除尘器如旋风、冲击式水浴、卧式水膜旋风除尘器、泡沫塔等难以除去，而用文氏管除尘器净化能取得较满意的结果。文氏管除尘器如图2所示，它是由文氏管和

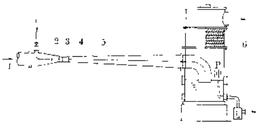


图2 文氏管除尘器
1. 含尘气体进口 2. 渐缩管 3. 喷雾器
4. 喉管 5. 渐扩管 6. 冲击式水浴除雾器

气液分离器两部分组成。含尘废气进入文氏管后，在渐缩管中加速，以极高的速度(60—100m/s)通过喉管部分，与设于此处的喷雾器喷出的雾滴相接触，产生激烈的质体交换，尘粒迅速湿润，成为易于捕集的较重较大粒子，然后经渐扩管减速，通至气液分离器，在该处水滴及尘粒全部被捕集起来，净化后气体排空。文氏管除尘器的优点是结构简单，占地面积小，对微细尘粒有较高的除尘效率，其缺点是动力消耗较大。

卧式水膜旋风除尘器 卧式水膜旋风除尘器的结构如图3所示。它由横卧的内筒和外筒组成，内外筒之间设有螺旋形导流叶片，使除尘器成为一螺旋形通道。含尘气体沿切线方向行入，顺着螺旋形通道旋转运动，在离心力的作用下，尘粒被甩向外筒。每当含尘气流沿导流叶片经

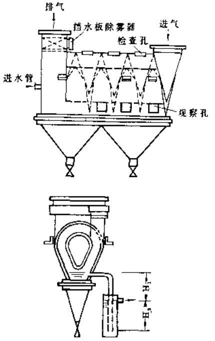


图3 卧式水膜旋风除尘器

过水面时，把水推向外筒内壁形成螺旋形水膜，这时被甩到筒壁上的大尘粒为水膜捕集，而较小尘粒在气流冲击水面的过程中为雾滴所捕集。这样，含尘气流在旋转前进过程中可多次净化。净化后的空气经除雾器除雾后，由除尘器的另一端出口排出。泥浆经溢流排水管连续排至塔外。

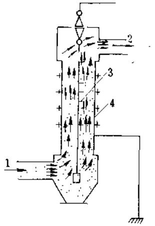
静电除尘器

利用高压电场所产生的静电力，使尘粒从气流中分离出来的除尘器，称为静电除尘器。

静电除尘器适用于含尘浓度<30g/m³的细微尘粒。对于粒径为1—2μm的尘粒，其除尘效率可达98%—99%，阻力较小，可用于静化500℃以下的高温、高湿含尘气体；但结构较复杂，制作安装精度要求高，占地面积大。因需用高压直流电，绝缘要求也较高。目前主要用于净化流量大的火力发电站、水泥厂、冶炼厂等含尘烟气。

静电除尘器内设有电晕极(阴极)和集尘极(阳极)。由许多个电晕极组成的阴极框架分布在含尘气流经过的通路上。当含尘气流通过60kV的直流高压电场时，尘粒因受电晕极的影响而带有负电荷。由于异性相吸的缘故，尘粒聚集在阳极(集尘极)上，从而失去电荷而落入除尘器下部的灰斗内(图)。

静电除尘器内的气流分布均匀与否对除尘效率也有很大的影响。为此，在进气口设置多孔气流分布极(孔径30—50mm左右)以使气流分布均匀。静电除尘器内气流速度一般为1—1.5m/s，以不超过2m/s为宜，以免引起二次扬尘



静电除尘器
1. 含尘空气入口 2. 净化空气出口
3. 电晕极(阴极) 4. 集尘极(阳极)

噪声控制

噪声是不同频率和不同强度无规律地组合在一起的声音，这种声音使人们感到嘈杂喧闹或为人们所不需要。噪声控制则是指降低声源的发声量，减少或阻断声音的传播。

环境中的噪声可分为交通噪声、室外噪声、室内噪声和工厂噪声。交通噪声包括车辆喇叭声、机动车发动机声、轮胎与地面摩擦声、制动声、火车汽笛声、压轨声、飞机起飞或降落声、轮船汽笛声等。室内噪声是由于人们在室内活动而产生的噪声。工厂噪声指工厂生产过程中产生的噪声，如冲压、铆接、钢板撞击等。

声压 物体在空气中振动时，使周围的空气质点和它一起作同样的振动，由于这种振动的影响形成的空气压力增强或减弱，称为声压。一般来说，声压越大，人们听觉器官所感觉的声音越响。

频率 每秒钟振动的周数称为频率，单位为"赫"(hertz, Hz)。频率在20—20 000Hz的声波能为人耳所听闻，声波的频率决定音调的高低。频率越高，听到的声音音调也越高。

声压级 人耳能听到的声波频率为1 000Hz的最小声压为$3\times10^{-9}N/cm^2$(0.000 3dyn/cm^2)，在同一频率下人耳能耐受的最大声压为$3\times10^{-3}N/cm^2$(300dyn/cm^2)，两者相差一百万倍之多。为方便起见，通常采用对数标度来表示声压的大小，称为声压级，单位为"分贝"(decibel, dB)。

响度 人耳对声压级相同而频率不同的声音，所估计的轻响程度用响度表示。一般来说，对低频的声音灵敏度比较差，声压相同的声音频率高的声音使人觉得比频率低的响。不同频率的声压可用声级计进行测量。为使测得数值与人耳的感觉相近，简易声级计中设有能对不同频率的声音起一定衰减作用的计权网络。较常用的是A计权网络，对低频声有较大的衰减，所测得的声压级以dB(A)表示。

控制噪声最根本最有效的方法是降低声源发出的噪声，并使噪声在传播过程中受到阻碍而衰减。前者包括改革工艺，减少部件之间的摩擦撞击，用非金属材料代替金属材料，用焊接代替铆接，降低排气管道内气流速度，改变振动频率，增加阻尼，采用消声设备等。后者包括利用地形、风向等自然条件，通过城市规划功能分区来改变声源相对位置，扩大声源至受噪声影响地点之间的距离，以及采用隔声、吸声、隔振等技术措施来消除或减轻环境中的噪声，或将噪声控制在卫生标准所容许的范围之内。

隔声 隔声是将声源与周围环境隔绝，使噪声在传播过程中受到阻挡而降低。

吸声 吸声是声波通过多孔的吸声材料或空腔共振结构而使声音消减的过程。适用于减弱高频和中频的混响噪声。

隔振 声波除通过空气传播以外，还能通过楼板、墙壁和基础等固体传播；在振动源和基础之间安装弹性材料，使振动源至基础和楼板的振动减弱，称为隔振。

交通噪声控制

交通噪声指飞机、火车、卡车、轿车、公共汽车、无轨电车、摩托车、两用车等行驶时的噪声、鸣号声和船舶的汽笛声。控制交通噪声，一方面要降低声源的声级和改善喇叭声的声学特征(如以低音喇叭代替高音喇叭)，另一方面要从道路规划着手，不但主要交通干道要离居住区有一定距离，一般汽车道也要离住宅有适当距离，在其间设置有一定纵深的、有不同高度的树木和灌木丛组成的绿化地带。交通要道应远离医院、学校等需要安静的场所。此外，还要采取一定的管理措施：如市内禁止拖拉机行驶，居住区内禁止卡车行驶，住宅比较集中的街道夜间禁止卡车行驶，限制甚至禁止鸣号等。必要时，可在交通干线通过居住区的某些地段或穿越生活居住区的铁路两侧设置隔声墙，以屏蔽车辆噪声；如在面向声源的一侧用吸声材料加以处理，防止将噪声反射至另一侧，更可提高隔声效果。沿主要交通干道的建筑物，不要使其正面临街，特别在沿街的一侧尽可能不设或少设门窗，也是减少交通噪声影响的一种办法。

工厂噪声控制

控制工厂噪声，主要应从控制声源着手，并阻断噪声传播途径。在工厂总平面设计时，就应考虑将声源尽可能与周围环境隔离，并将声源相对集中，避免遍布于整个厂区内，噪声大的车间应相对集中于厂区中部或局限于一角，中等噪声的车间分布在外围，并与其他车间保持一定距离，周围设置一定的隔声屏障。

对于高噪声车间，首先要采用各种工艺改革措施和吸声、隔声、隔振、消声器等降低噪声的办法控制声源，防止噪声对操作工人和周围环境的不利影响。

控制声源噪声可先从测量噪声源着手，以了解该噪声的声压级和频谱特征，确定是由于固体振动撞击摩擦而产生的噪声，还是由于气流脉动而产生的噪声；是连续声还是脉冲声。根据频谱分析结果，找出主要噪声的来源，并加以消除：包括改变工艺和机械部件所用的材料、合理使用、润滑、维修等；例如以焊接代替铆接、以非金属材料代替金属材料、以液压代替锻打、以低转速风机代替高转速风机等。机械部件的撞击、转动，是工厂噪声的主要来源。改变转动部件的材料，改进设计(例如采用双曲线螺旋锥齿轮、高次谐波凸轮等)，提高加工精度和表面光洁度、采用适当的润滑方式，对齿轮箱等产生噪声的部件进行隔声处理等。

阻断噪声传播的途径，包括采用隔声、隔振、吸声、消声器和阻尼材料，将产生噪声的车间与不产生噪声的车间隔开，注意门窗开设的部位和车间之间的距离以及相对位置，以减低直接声和反射声。对于某些噪声源多而操作工人少的车间，还可以考虑在车间内建立隔声室，由工人在隔声室内进行遥控操作。

1979年中国卫生部和国家劳动总局所颁发的工业企业噪声卫生标准，对于新建、扩建和改建的工业企业，规定工人操作地点的稳态连续噪声级不得>85dB(A)；对于现有工业企业，考虑到技术条件和现实可能性，规定不得超过90dB(A)，逐步向85dB(A)过渡。当工人每个工作日在容许噪声级环境中工作不到8h的，超声标准可相应放宽；反之，当工作地点的噪声级超过容许标准时，工作时间应相应减少。

振动控制

振动是物体在外力作用下以中心位置为基准呈往返振荡的现象。振动控制措施如下：

(1) 进行工艺技术改革，加强防振措施：在可能条件下以液压、焊接、粘接等新工艺代替铆接；改进风动工具，采取减振措施，设计自动、半自动式操纵装置，减少手及肢体直接接触振动体；工具把手设缓冲装置；改进压缩空气排气口的方向，防止手受冷风吹袭。

(2) 采用适当的隔振措施：为了防止全身受振，应对建筑材料、地板、机器设备、地基等进行隔振。在振动源和基础之间安装弹性材料，使振动源传至基础和楼板的振动减弱，称为隔振。

机器设备转动、重锤锤击、物体拖动等所产生的振动传递至楼板、墙壁和基础后，基础、墙壁和楼板也相应发生振动，并且以振动波的形式沿建筑构件传播。良好的隔振材料应能承受设备的动力荷载，有良好的弹性，荷载能力大，静态压缩量大，共振频率低，稳定性好，经久耐用。

钢弹簧的固有振动频率低，荷载能力强，耐油，使用寿命长。为保持良好的稳定性，弹簧的自由高度应不超过弹簧直径的2倍。为消除机器设备起动时或停机时发生共振，可加用橡胶增加阻尼。

橡胶隔振材料的弹性较好，共振频率也较低，而且有阻尼大的优点；构造上以易于压缩变形者为好，即有较大的静态压缩量，并允许有一定的水平变形，以提高隔振效果，并应注意避免与油类接触，以防止老化。

经树脂粘合的玻璃纤维板，具有良好的弹性，而且有一定的耐湿性，成本也比较低。经压缩制成的软木也是常用的隔振材料，但要注意防止受水浸或油浸的影响而改变其弹性。

卫生评价

人口指标

出生率

出生率(crude birth rate, CBR)指某地某年平均每千人口中的活产数,也称普通出生率、总出生率或粗出生率,是反映一个国家或地区人口出生情况的相对指标。

$$出生率(CBR)=\frac{某地某年活产数(B)}{该地同年年平均人口数(P)}\times 1\,000‰$$

活产数是指出生时具有生命现象的婴儿总数。婴儿出生时具有呼吸、心跳、脐带搏动和随意肌收缩(如四肢活动)四项指标中的任一项时称为活产。掌握活产的标准对出生率的正确计算十分重要,如把出生时没有哭声但有心跳(或有脐带搏动),或有随意肌收缩而没有抢救存活的婴儿当做死产,则会使出生率偏低。

年平均人口数是年内各时点人口平均数,也就是年内全体人口所存活的人年数。年平均人口数不宜用上年年末人口数或本年年末人口数,但可以用当年年中人口数代表。

出生率习惯上用千分率(‰)表示。

出生率通常以年为单位计算。若出生人数的计算期不足一年时需折算为年出生人数,例如将半年的出生人数乘以2。若计算几个年份合并的出生率时,不能简单地把这几个年份的出生率加起来除以年数,应把这几个年份的活产数及年平均人口数分别相加以后再计算。

出生率通常是就全体人口计算的。根据研究的目的也可计算年龄别出生率、民族别出生率、职业别出生率、城乡别出生率等。.

出生率的高低取决于年龄别育龄妇女生育率水平和年龄别妇女占总人口的构成。育龄妇女比重大,特别是生育旺盛年龄妇女比重越大,出生率会越高。因此对不同地区和国家出生率的差别及出生率的时期变动分析时,要考虑性别和年龄构成的影响。妇女生育水平高低受社会经济条件和计划生育政策的影响。出生率是研究和分析人口再生产趋势、制定人口规划及国民经济计划,以及制订和评价计划生育政策的重要依据。

中国一些年份的出生率(‰)

年　份	出生率	年　份	出生率
1949	36.0	1975	23.0
1952	37.0	1979	17.8
1957	34.0	1981	20.9
1961	18.0	1982	21.1
1963	43.4	1983	18.6
1965	37.9	1985	17.8
1970	33.4	1987	21.0
1971	30.7	1989	20.8

人口预测

人口预测(population projection)指根据一个国家(或一个地区)某一时点(或某一时期)的人口状况和对影响人口发展的各种因素的假设,对未来人口状况和趋势所进行的估计和测算。这里所说的人口状况主要指人口的数量和性别年龄构成,也包括人口的地区分布、婚姻状况、家庭结构以及户数等。某一时期的人口状况还包括人口的死亡、出生、迁入和迁出的人口变动情况。

人口预测与人口估计两者含义不同。人口估计的含义较广,包括对最近的过去、对当前和未来的人口进行估计。人口估计可以用抽样方法和人口分析技术进行。人口预测与人口预报也不同。人口预报的含义较窄,即最有可能成为事实的人口预测。

人口预测对社会的发展具有重要的指导意义:①对未来人口状况的估计是编制社会经济发展和医疗卫生计划的重要依据。国民经济的发展必须与人口的发展相适应,社会服务设施(包括医疗卫生设施)和产品的生产应适应不同性别年龄结构人群的需要。国民经济和医疗卫生计划的制订需要人口预测提供未来各时期人口总数、人口年龄结构及其变化规律和趋向。②人口发展亦应适应经济生产的发展。人口增长要有计划。人口预测是计划生育部门制订生育规划、实行科学管理的重要依据。③人口再生产周期很长,某一人口政策或某一外界因素(战争、灾害等)可对几代人口的发展产生作用。通过人口

预测可预见某种重要因素对人口发展可能产生的长远影响或严重后果，这样国家可作出正确决策，并采取相应措施。

人口预测所需资料的种类及要求视人口预测的方法不同而异，一般包括人口总数、性别、年龄别人口数、年龄别妇女生育数、性别年龄别死亡数、结婚年龄和婚姻状况，以及性别年龄别人口的迁入和迁出数等。

人口预测的内容主要有人口总数、出生人数、死亡人数、年龄别男女人口数及迁出迁入人口数，在这些基本数据的基础上，可以计算所需的其他各种指标和系数，如出生率、死亡率、自然增长率以及人口负担系数，并对各类人口学指标的变化趋势、大小及速度作出判断。人口预测也包括对人口的地理分布、其他各种人口结构(种族、文化、职业)、婚姻状况、家庭规模和户数进行预测。

根据不同的预测目的和要求，选取合适的人口预测方法。人口预测的方法大致可归纳为以下几类：①统计外推法：根据以往的统计资料求出有关参数，利用各种回归法[如线性$P_t=P_0(1+rt)$，指数曲线$P_t=P_0(1+r)^t$，对数曲线$P_t=\lg(a+bc^t)$等]，对未来人口进行预测。这类方法对短期预测比较有效。②Delphi法：在登记资料缺乏的国家和地区可征询有关专家的意见，汇总后再反馈给专家，经多次往返后综合专家意见作为预测结果。③对比法：根据不同国家的不同发展进程及水平，参照可能存在的条件，从对比中进行预测。这对宏观估计发展中国家未来人口的变化是有效的。④数学模型法：根据人口发展的规律建立相应的数学模型，从以往的统计数据中得到有关参数，以预测未来。此种方法所需原始数据多，工作量大，并需应用计算机进行预测，但可适用于短、中和长期预测，故目前应用较多。其中，普遍被人们接受的是分年龄的离散型模型。⑤设定条件法：这是对影响人口发展的种种因素加以控制的一种预测方法，即根据客观可能或某种需要设定几种情况，以决定各种参数的范围，分别进行预测并对结果分析讨论。这种方法适用于探讨不同人口方案。

人口预测方法的选定(特别是预测用人口数学模型的确定)对人口预测结果的准确性十分重要。而人口数学模型中的参数估计的准确性在某种意义上讲更为重要。参数估计的准确性决定于历史资料的准确性和对未来人口发展趋势的正确认识。必要时可进行抽样调查以获得可靠的参数。随参数的不同可同时制定几种不同的人口预测方案，如按不同的生育水平和死亡水平得到高、中、低三种人口预测结果。参数的估计应防止不应有的矛盾现象，如平均期望寿命上升到70岁以上时，生育率不太可能在很高的水平上(如总和生育率在6以上)。人口预测通常需要一些假设，这些假设包括没有战争、没有特大的自然灾害、没有大的周期性经济波动。人口预测可分为短期预测(10年以内)、中期预测(10—25年)和长期预测(25年以上)。时间越长，各种因素变动幅度会越大，预料不到的变化会越多，预测的结果与未来现实的误差就可能较大。一般中期预测比较准确，用处也较大。长期预测不可能提供很确切的结果，但能预示在不同条件下的不同发展趋势，对于确定人口发展战略具有重要意义。

人口总数的预测 首先要预测未来人口的总数。其方法有两类：直接预测和分要素预测合成法。直接预测多用统计外推法，即用固定的年人口增加数或固定的年人口增长率进行推算，如用复利公式：$P_n=P_0(1+k)^n$，或用指数公式：$P_n=P_0e^{kn}$。

例：中国1985年年底人口总数(P_0)为10.45亿，比1984年底增加了0.1057亿。1985年人口增长率(k)为11.20‰。若每年继续按1985年增长的人口增长，或按1985年的人口增长率增长，则2000年年底的人口数(P_n)为：

1) $P_{2000}=10.45+0.1057\times15=12.04$ 亿

2) $P_{2000}=10.45\times(1+0.0112)^{15}=12.35$ 亿

3) $P_{2000}=10.45\times e^{0.0112\times15}=12.36$ 亿

此法优点是所需资料少，计算方便，可显示在人口增长数或增长率不变时的人口总数增长状况及趋势。实际上，人口的增长数或人口的增长率很难长期保持不变，可根据具体情况不断调整年人口增长数或年人口增长率。

分要素预测合成法，即先预测出生数、死亡数、迁入和迁出数，然后用人口平衡方程计算下一年的人口总数。

$$P_{t+1}=P_t+B_{t+1}-D_{t+1}+I_{t+1}-E_{t+1}$$
$$=P_t+B_{t+1}-D_{t+1}+NE_{t+1}$$

P_t和P_{t+1}为t和t+1年年末人口数，B_{t+1}、D_{t+1}、I_{t+1}和E_{t+1}为t+1年一年期间分别的出生数、死亡数、迁入数和迁出数。NE_{t+1}为t+1年净迁入数，等于$I_{t+1}-E_{t+1}$。

例：某市1988年年末人口1 243.34万，计算得1989年出生数11.40万，死亡数7.36万，净迁入4.00万，预计1989年年底人口数为：

$$P_{1989}=1\,243.34+11.40-7.36+4.00$$
$$=1\,251.38\text{ 万}$$

亦可用公式：

$$P_{t+1}=\sum_i P_{i,t}+\sum_i B_{i,t+1}-\sum_i D_{i,t+1}+\sum_i E_{i,t-1}+\sum_i I_{i,t+1}$$

$B_{i,t+1}$、$D_{i,t+1}$、$E_{i,t+1}$、$I_{i,t+1}$为各年龄别t+1年的生育数、死亡数、迁出数和迁入数，$P_{i,t}$为t年年末的年龄别人口数。

出生人数的预测 有出生人数简易推算法、实际生育率法、标准生育率法和调节生育率法等。

出生人数简易推算法 根据年龄别妇女人数、平均初育年龄、不育率、平均两胎生育年龄及两胎生育百分比直接推算未来出生人数的方法。

$$B_1=W_i\times(1-S)$$
$$B_2=W_j\times(1-S)\times K$$
$$B=B_1+B_2$$

B_1、B_2为某年一胎和两胎生育数，B为生育总数。W_i和W_j为平均初育年龄和二胎生育年龄的妇女数，S为不育率、K为两胎生育百分比。

例：假设妇女均在25岁结婚，婚后第二年初育，不育率2%，再隔3年生育第二胎，第二胎生育百分比为50%。某地1988年26岁妇女3 261人，29岁妇女4 438人，则该年的出生数：

$B_1=3\,261\times(1-0.02)=3\,196$

$B_2=4\,438\times(1-0.02)\times0.5=2\,175$

$B=3\,196+2\,175=5\,371$

实际生育率法　可用实际的育龄妇女生育率乘以该年育龄妇女数(B＝GFR×W)，或年龄别育龄妇女生育率乘以各年龄别育龄妇女数之和[$B=\sum_{i=15}^{49}(f_i\times W_{it})$]。

例：某地育龄妇女生育率(GFR)为52‰，1988年15—49岁妇女平均数为132 154人，预计1988年出生数：

$B=132\,154\times0.052=6\,872$

标准生育率法　是根据某生育标准、初婚年龄比分布、初育年龄比分布、再育年龄比分布计算得到年龄别生育率，然后预测出生数。初婚年龄比分布(m_i)，如24岁、25岁和26岁初婚人数分别为40%、50%和10%，则$m_{24}=0.4$，$m_{25}=0.5$，$m_{26}=0.1$。初育年龄比分布(B_j)，如当年结婚当年生育20%，第二年生育50%，第三年生育30%，则$B_0=0.2$，$B_1=0.5$，$B_2=0.3$。再育年龄比分布(S_k)，若生育第一胎后第三年生育第二胎20%，第四年40%，第五年40%，则$S_3=0.2$，$S_4=0.4$，$S_5=0.4$。因而第一胎年龄别生育率为：

$f^1_i=\sum_{j=0}^{-2}m_{i-j}\cdot B_j\quad i=15,16,\cdots49$

$f^1_{24}=0.4\times0.2=0.08$

$f^1_{25}=0.5\times0.2+0.4\times0.5=0.30$

$f^1_{26}=0.1\times0.2+0.5\times0.5+0.4\times0.3=0.39$

同理计算得$f^1_{27}=0.20$，$f^1_{28}=0.03$。第二胎年龄别生育率为：

$f_i^2=\sum_{k=0}^{2}f^1_{i-2-k}\cdot s_k\quad i=15,16\cdots49$

$f^2_{27}=0.08\times0.2=0.016$

$f^2_{28}=0.3\times0.2+0.08\times0.4=0.092$

$f^2_{29}=0.39\times0.2+0.3\times0.4+0.08\times0.4=0.230$

同理计算得$f^2_{30}=0.316$，$f^2_{31}=0.242$，$f^2_{32}=0.092$，$f^2_{33}=0.012$。

若生育标准(T)为1.5，即每个妇女平均生育1.5个孩子，则标准的年龄别生育率为：

$f_i=f^1_i+(T-1)f^2_i$

本例：$f_{27}=f^1_{27}+(1.5-1)f^2_{27}=0.20+0.5\times0.016=0.208$

$f_{28}=f^1_{28}+(1.5-1)f^2_{28}=0.03+0.5\times0.092=0.076$

若生育标准(T)＞2时，f^3_i和f^4_i可以此类推。

$\sum f_i$即为T。将各年龄别生育率(f_i)乘上年龄别育龄妇女数(W_i)，再加起来即得总出生数。

$$B=\sum_{i}^{49}f_i\cdot W_i$$

调节生育率法　是应用确定的总和生育率和生育模式(年龄别生育率构成)计算得年龄别生育率，再乘以年龄别育龄妇女数得到年龄别育龄妇女生育数，加起来为总出生数。年龄别生育率构成(f'_i)＝$f_i/(\sum f_i)\times1\,000‰$，$f_i$为年龄别生育率，也可分胎次计算年龄别生育率构成。

若预测用总和生育率水平在1.0以下，并假定所有出生均为第一胎生育，则将预测用总和生育率水平(T)乘以各年龄别生育率构成(f'_x)，即为预测用年龄别生育率(F_i)。

$$F_i=T\cdot f'_i$$

$$T=\sum F_i=\sum(T\cdot f'_i)=T\sum f'_i$$

若预测用总和生育率水平在1.0—2.0之间，假定第一胎总和生育率为1.0，而T－1为第二胎总和生育率。按计划生育要求第二胎与第一胎间隔4年，则第二胎年龄别生育率为$(T-1)\cdot f'_i$。此时年龄别生育率应为一、二胎年龄别生育率之和：$F_i=f'_i+(T-1)\cdot f'_{i-4}$

上式中的i－4为15—49岁，49岁以上的加在一起成为F_{49}用于预测中。以此类推，若总和生育率在2.0—3.0之间，第三胎与第二胎生育间隔亦为4年，则年龄别生育率为一、二、三胎年龄别生育率之和：

$$F_i=f'_i+f'_{i-4}+(T-2)f'_{i-8}$$

总和生育率要求在1.0以上而没有生育间隔要求时，则用胎次年龄别生育率构成计算年龄别生育率更好。若f^1_i、f^2_i、f^3_i……分别表示1、2、3、……胎次年龄别生育率构成，T为2.0—3.0之间，则年龄别生育率为：

$$F_i=f^1_i+f^2_i+(T-2)\cdot f^3_i$$

出生人数简易推算法计算简单方便，但结果不够准确。实际生育率法对生育率稳定的地区预测人口较好。标准生育率法计算也较简单，参数较易得到，还可按计划生育要求进行预测，但所有的参数均是构成比，因而预测结果有一定的误差。调节生育率法应用胎次生育模式和总和生育率水平，适用性强，可按计划生育要求预测，结果也较准确，但对基础资料要求较高。

年龄别人口数的移算　未来年份的年龄别人口数可用人口移算法进行推算。今年0岁的人明年1岁，后年2岁……。因而某一年(i)年初的某年龄(x)的人口数乘上该年龄的年生存率(p_x)得到下一年(i+1)初长一岁(x+1)的人数：

$$P_{x+1,i+1}=P_{x,i}\cdot p_x$$

x岁的生存概率可由公式：$p_x=L_{x+1}/L_x$得到，L_x和L_{x+1}分别为寿命表中的x岁和x+1岁的生存人年数。

某年年初0岁的人数($P_{0,i}$)为上一年的出生数

(B_{i-1})乘上当年生当年存活的概率(p_b)，即：

$$P_{0,i}=B_{i-1}\cdot p_b$$

p_b可由L_0/l_0计算得，L_0为0岁生存人年数，l_0为0岁的生存人数，通常为1 000或100 000。

例：某县1988年出生8 232人，$p_b=0.988\,0$，$p_0=0.999\,1$，则1990年年初1岁的人数为：

$$P_{1,1990}=8\,232\times 0.988\,0\times 0.999\,1=8\,126$$

死亡人数的预测 死亡人数的预测可根据资料按全体人口的总(粗)死亡率推算，或按年龄别死亡率推算各年龄死亡人数，然后再汇总成总死亡人数。后者考虑了人口构成对死亡数的影响，因而较准确。

按粗死亡率(CDR)预测死亡人数(D)：

$$D=\bar{P}\cdot CDR$$

$\bar{P}$为年平均人口数。此法计算简便，在人口性别年龄结构稳定时预测结果也比较准确。

若知道年龄别死亡率(m_x)，则先计算年龄别预期死亡数(D_x)。

$$D_x=\bar{P}_x\cdot m_x$$

则 $$D=\sum D_x=\sum_x \bar{P}_x\cdot m_x$$

$\bar{P}_x$为年龄别人口的年平均数。

有时也用人口平衡式预测死亡数：

$$D_i=P_i-P_{i+1}+B_i$$

即在无人口迁移时，某年的死亡总数(D_i)等于该年年初总人口数(P_i)减去下一年年初的总人口数(P_{i+1})，加上该年的出生数(B_i)。

长期预测应考虑死亡率(CDR或m_x)的变动。死亡水平的变动一般非常缓慢，可用某些方法进行估计，如用线性函数法。

生育率

生育率(fertility rate)为按一定性别一定年龄(时间)计算的每千人生育的活产数，是人群生育状况量测指标的总称。广义而言，出生率也是生育率的一种。

育龄妇女生育率(GFR) 也称普通生育率、一般生育率或总生育率。育龄妇女生育率是一定时期内(通常为1年)的活产数与同期平均育龄妇女数之比，通常用千分率(‰)表示。

育龄妇女生育率(GFR)

$$=\frac{\text{某年活产数}}{\text{同期平均育龄妇女数(W)}}\times 1\,000‰$$

中国和国际上多数国家以15—49岁作为育龄妇女的年龄界限，不包括尚未进入育龄和已超出生育年龄的妇女。

出生率等于育龄妇女生育率乘上育龄妇女占总人口的比重。

根据育龄妇女的婚姻状况及活产的合法性，生育可分为合法出生与非法出生两种，生育率也可分为合法生育率和非法生育率。合法出生数指已婚9个月以上的在婚妇女的生育数和离婚及丧偶未超过9个月妇女的生育数。合法生育率即在婚妇女生育率。

合法生育率

$$=\frac{\text{某年合法出生数}}{\text{前一年4月份至该年3月份间的平均在婚育龄妇女数}}\times 1\,000‰$$

在婚育龄妇女，即15—49岁已婚育龄妇女数减去已离婚和丧偶而没有再婚的妇女数。

合法生育率计算所需分母往往不易得到，因此常用已婚育龄妇女(15—49岁)生育率。

已婚育龄妇女生育率

$$=\frac{\text{某年合法出生数}}{\text{同期平均已婚育龄妇女数}}\times 1\,000‰$$

年龄组育龄妇女生育率(ASFR) 年龄组育龄妇女生育率为年平均每千名某一年龄组(通常以5岁为一组)妇女生育的活产数。不同年龄妇女的生育能力不同。年龄组育龄妇女生育率可更好地反映妇女生育水平。

年龄组育龄妇女生育率(ASFR)

$$=\frac{\text{某年某年龄组妇女活产数}(B_x)}{\text{同期该年龄组妇女数}(W_x)}\times 1\,000‰$$

育龄妇女生育率为年龄组育龄妇女生育率乘以年龄组育龄妇女占育龄妇女比重(p_x)的和。此率对研究育龄妇女生育模式十分重要。所谓育龄妇女生育模式就是指育龄妇女的生育水平和生育特征。年龄组育龄妇女生育率曲线下的面积表示育龄妇女生育水平，面积大生育水平高，反之低。而育龄妇女生育特征通常以年龄组育龄妇女生育率构成及由此衍生的一些指标表示，如胎次年龄别生育率、生育率曲线形状、峰值生育年龄及一些生育水平宽度的指标等，或配以数学模型。队列组—年龄生育率见图1。

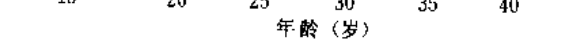


图1 队列组—年龄生育率

标化生育率(SFR) 不同地区、不同时期育龄妇女生育率有差别时，应考虑是否与人口构成有关。为此，常用相同的人口构成(P_{cx})和各自的年龄组育龄妇女生育

率(f_x)计算标化生育率。

$$SFR=\sum(f_x\cdot P_{cx})$$

例:上海市卢湾区1972年和1980年标化生育率计算(表1)。

表1 上海市卢湾区1972年和1980年标化生育率计算

年龄组(岁)	标准人口*年龄组成(%)	1972年			1980年		
		生育率(‰)	实际年龄构成(%)	预期生育率(‰)	生育率(‰)	实际年龄构成(%)	预期生育率(‰)
15-	14.78	0.2	24.88	0	0	16.48	0
20-	19.85	25.8	11.56	5.1	4.4	22.16	0.9
25-	21.9	139.0	11.72	30.4	106.5	18.62	23.3
30-	14.79	63 6	8.85	9.4	60.8	12.25	9.0
35	9.89	10.6	13.47	1.0	6.0	7.82	0.6
40-	8.01	2.1	15.49	0.2	0.9	9.24	0.1
45-	10.78	0.3	14.03	0	0.1	13.43	0
合计	100.00	26.7	100.00	46.1	28.8	100.00	33.9

* 1982年人口普查上海市区人口构成

$$GFR_{1972}=\sum(f_x\cdot P_x)=0.000\,2\times0.248\,8+0.025\,8\times0.115\,6+\cdots\cdots+0.000\,3\times0.140\,3=0.026\,7$$

$$SFR_{1972}=\sum(f_x\cdot P_{cx})=0.000\,2\times0.147\,8+0.025\,8\times0.198\,5+\cdots\cdots+0.000\,3\times0.107\,8=0.046\,1$$

$$GFR_{1980}=\sum(f_x\cdot P_x)=0\times0.164\,8+0.004\,4\times0.221\,6+\cdots\cdots+0.000\,1\times0.134\,3=0.028\,8$$

$$SFR_{1980}=\sum(f_x\cdot P_{cx})=0\times0.147\,8+0.004\,4\times0.198\,5+\cdots\cdots+0.000\,1\times0.107\,8=0.033\,9$$

本例标化生育率1972年高于1980年,说明生育水平在下降,而1972年普通生育率略低于1980年,是由于2年的人口构成不同所致。

不同时期的标准化生育率计算常用某一普查年份的人口构成为标准人口构成;不同地区的标化生育率计算常用更大范围(地区)的人口构成,或这些地区合起来的人口构成为标准人口构成。

胎次生育率 胎次生育率,指按出生的胎次分别计算的生育率。

$$某胎次生育率=\frac{某年某胎次的活产数}{同期平均育龄妇女数}\times1\,000‰$$

分析胎次生育率可以较清楚地评价中国计划生育政策执行的情况。积累长期资料,可分析胎次生育率的长期趋势,也可进行孩次生育率分析,意义相同(图2)。

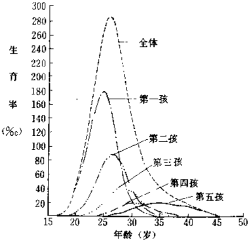


图2 中国1981年份孩次年龄别生育率

总和生育率(TFR) 是指各年龄别育龄妇女生育率之和。假设有1 000名妇女,她们各个年龄的生育水平就像目前各年龄组妇女的生育率那样,那么,到49岁时平均一个妇女会生几个孩子。

$TFR=\sum_{x=15}^{49}f_x$(用于一岁一组,f_x为各年龄组生育率)

或$TFR=5\sum_{x=1}^{7}f_x$(用于五岁一组,f_x为15—49岁中的某组年龄组生育率)

表2 中国某些年份的总和生育率

年 份	TFR	年 份	TFR
1952	6.47	1970	5.81
1957	6.41	1975	3 57
1961	3.29	1978	2.72
1963	7.50	1980	2.24
1965	6.08	1981	2.63

总和生育率实际上是一种特殊的标化生育率,即年龄别生育率的权数均为1时的标化生育率。它不是实际生育率,只是一种假设的生育率。各年龄的权数都是1,

这样不但计算方便，也有利于不同年份和地区生育水平的比较。中国某些年份的总和生育率见表 2，目前世界各国都用此指标进行相互比较。

年龄别生育率曲线下的面积就是总和生育率，故可用于表示生育水平的高低。

队列生育率 是指某一群(特征)妇女中平均每千妇女的生育数。可按同一年或同一时期出生的一组妇女(出生队列)计算，或按某年或某一时期结婚的一组妇女(结婚队列)计算。

婚龄生育率 是已婚妇女按婚龄(已婚年数)计算的生育率。可按年龄组育龄妇女计算，也可按同期结婚的育龄妇女(结婚队列)计算：

婚龄生育率

$$=\frac{\text{某结婚队列妇女婚龄x年时活产数}}{\text{同一结婚队列婚龄为x年的妇女数}}\times 1\,000‰$$

进一步可计算婚龄别胎次生育率，从不同队列的胎次生育率比较中可以看到生育模式的改变和计划生育的成效。

差别生育率 是比较按一定的标志分组的育龄妇女生育率的差别。例如按地区、城乡、民族、文化、职业等因素将育龄妇女分组，计算各组生育率，分析其差别。

根据 1982 年人口普查算得中国 1981 年 28 省、自治区、直辖市(未包括西藏、台湾)不同文化及不同职业的生育率如下(表 3、4、5)。

表 3 中国各地区总和生育率(1981)

地区	TFR	地区	TFR	地区	TFR	地区	TFR
上海	1.32	江苏	2.08	河北	2.65	广东	3.28
北京	1.59	山东	2.10	河南	2.65	云南	3.81
天津	1.65	山西	2.39	福建	2.72	新疆	3.88
辽宁	1.77	陕西	2.39	甘肃	2.73	青海	3.93
吉林	1.84	四川	2.43	江西	2.79	广西	4.10
浙江	1.96	湖北	2.45	安徽	2.80	宁夏	4.12
黑龙江	2.06	内蒙古	2.62	湖南	2.83	贵州	4.36

表 4 中国不同文化程度育龄妇女生育率(‰)(1981)

文化程度	育龄妇女生育率
文盲、半文盲	95.47
小学	87.39
初中	68.30
高中	64.62
大学	41.99

表 5 中国不同职业育龄妇女生育率(‰)(1981)

职业	育龄妇女生育率
农林牧渔劳动者	94.35
商业工作人员	65.00
生产、运输工人	59.53
服务性工作人员	51.51
专业技术人员	68.50
党政干部	33.22
办事人员	62.06
其他劳动者	47.52

累计生育率 是指每千妇女从进入生育年龄起到某一年龄为止的累计生育数。可根据某一年份的年龄组生育率计算，反映某时期的生育水平；也可根据某一出生队列的年龄组生育率或婚龄组生育率计算，反映某一代人的生育水平。

对一岁一组的年龄组生育率，累计生育率是从可能生育的年龄(一般 15 岁)起向上累加，一直累加到育龄期结束(一般到 49 岁)为止。若是五岁一组的年龄组生育率，先乘以 5，然后累加到 45—49 岁组。

$f_{c\cdot n}=\sum_{x=15}^{n} f_x$ (f_x为一岁一组的年龄组生育率)

$f_{c\cdot n}=\sum_{x=1}^{n}(f_x\cdot 5)$ (f_x为五岁一组的年龄组生育率，15—19 岁时x=1，……45—49 岁时x=7)

某一年份累计到 49 岁妇女的累计生育率，即总和生育率；某一出生队列妇女的 49 岁累计生育率亦称为终身生育率。终身生育率是该出生队列妇女到育龄期结束时平均每一个妇女生育的活产数。总和生育率与终身生育率不同，前者为某一年份的累计生育率，是假定条件下的平均生育数；后者为某一队列的累计生育率，是实际生育数。

疾病统计指标

发病率

发病率(incidence或 morbidity rate)是衡量疾病发生频度的指标,是指1年内某疾病新发病例在同期暴露人口中发生的频率。暴露人口以年平均人口估计,可以用7月1日的人口估计或用年初人口与年末人口的平均数或用1年12个月的平均人口数估计。根据发病率的高低可以用10万分率或万、千分率表示。

某病发病率(1/10万)

$$=\frac{\text{一年内某病新病例数}}{\text{同期平均人口数}}\times 100\ 000/10\text{万}$$

新发病例数及暴露人口数的准确程度均影响发病率的正确性。由报道资料获得的病例数,应防止遗漏(误诊、漏诊、漏报)和重复,它们将造成结果的偏差。由调查资料获得病例数,在调查时须遵照统一的诊断标准。人口流动大,又无记录可查时,也会影响暴露人口估算的准确性。

发病率在流行病学研究中应用最为广泛。其变化意味着致病因素的变化,可能是自然发生的变动,也可能是环境污染或有效的预防措施所造成的。因此,发病率对探索病因及考核预防措施效果有重要意义。

家庭二代发病率

家庭二代发病率(secondary attack rate in families)是衡量传染性疾病传播能力强度的指标。它以家庭为观察单位,计算二代病例发生的频率。二代病例即受家庭中初发病例感染而发生的病例。划分二代病例的标准是:自初例发病之日起,在该病最短潜伏期之后,在其传染期加最长潜伏期之前期间内发生的病例,是初例的二代病例。为此它包括整个传染期内由初例所引起的二代病例。

$$\text{家庭二代发病率}(\%)=\frac{\text{二代病例数}}{\text{家庭易感接触者数}}\times 100\%$$

二代发病率可用于研究不同因素(如年龄、性别、经济水平、家庭大小、接触程度、不同季节等)对传染病传播的影响,研究传染病的传染期,以及用于衡量隔离、消毒等防治措施对传染病传播的阻断作用及其阻断的程度。它是研究传染病流行病学的重要测量指标。

患病率

患病率(prevalence rate)又称现患率,是衡量某一时点或期间内人群中现存某种疾病(包括新老病例)的多寡,以暴露人口为基数的频率指标。前者称为时点患病率,后者称为期间患病率。根据患病率的高低,可以用10万分率或万、千、百分率表示。

某病时点(期间)患病率(1/1 000)

$$=\frac{\text{某病该时点(期间)现患人数}}{\text{同期暴露人口数}}\times 1\ 000‰。$$

以某项诊断试验检出的阳性者作为患者时,所得的阳性率或感染率亦为患病率。

患病率通过现患调查获得,用于描述疾病的分布,探索病因及流行因素,反映人群健康状况,从而可显示出医疗卫生工作重点、估量医疗设施及人员的需要。

患病率的变化可以反映疾病发生频率的变化或病程的变化,或兼有两项的变化。例如,患病率的升高,可能是由于发病率升高,也可能由于延长了病程,也可能兼有发病率的升高和病程的延长,分析比较时须加以注意。患病率多应用于慢性病,如心血管疾病、肿瘤、结核病等的流行病学研究。

罹患率

罹患率(attack rate)的性质与发病率相同,同为衡量疾病发生频率的指标。不同的是,罹患率是衡量疾病在一个短期内发生的频率,观察的时间单位可以是日、周、旬、月或其他时间单位。

$$\text{某病的罹患率}(\%)=\frac{\text{观察期间新病例数}}{\text{同期暴露人口数}}\times 100\%$$

罹患率的应用较发病率灵活,广泛应用于描述和分析传染病的流行过程。罹患率的变化反映各项流行因素的变化,借此可以确定流行或暴发性流行的原因,也可衡量防疫措施的效果和效益。

感染率

感染率(infection rate)是表示人群中感染某种病原体或曾感染该病原体频率的指标。用实验方法可检测病原体或其相应的抗体，由于检测方法的敏感度与特异度并非100%，所以检测结果中包含着假阳性和假阴性，从而可影响感染率的准确性与可靠性。感染率的检测属横断面调查，所得感染率的性质为患病率，但由于感染某一病原体不一定在临床意义上发病或在诊断上被查证，因而在表现上有时可高于患病率。病原体检测所得的结果表示当时感染的状况或病原携带状况。抗体检测所得结果，表示既往的感染水平或目前的人群免疫水平。

新感染率

新感染率(new infection rate)是衡量观察期间病原体对宿主威胁的程度，亦即使宿主感染的频率的指标，并检测在观察期内暴露人口中新感染的人数，新感染人数在暴露人口中所占的比例。观察期限常为1年。

$$新感染率(\%)=\frac{观察期内新感染者数}{同期暴露人口数}\times 100\%$$

新感染率表示新发的感染概率，其性质相当于发病率。对于传染过程持续较长的传染病，特别是寄生虫病，在宿主体内寄生时间较长，如血吸虫病、丝虫病、疟疾、钩虫病等，其感染率包括旧感染者，故用新感染率才能表示该病的新发的频率。并据此方能研究该病的流行面貌，分析流行过程，考核措施效果。

在实际工作中，常以婴儿或儿童感染率表示新感染的频度。如疟疾的婴儿带原虫率，或5岁或9岁以下儿童的血吸虫新感染率等。

病死率

病死率(fatality rate)是衡量疾病预后的指标，表示疾病的严重程度，是指在患有某病的患者中因该病而死亡者所占的比例。常以百分比表示。

$$某病病死率(\%)=\frac{某时期某病死亡数}{同时期某病患者数}\times 100\%$$

病死率应用于各项预后因素与转归之间的关系分析，以及医疗质量评价的临床流行病学分析。

引入率

引入率(introductory rate)是衡量将传染性疾病引入家庭频率的指标。是指在观察期内，在所观察的家庭中，首例引病入家的病人数占家庭成员人数的比例。

$$引入率(\%)=\frac{所观察的家庭中引入家的病人数}{所观察的家庭人口数}\times 100\%$$

可以计算并比较不同条件下，具有不同特征人群的引入率，显示他们各自的传播作用。

不同家庭的成员将传染病引入家庭的频率不同，甲型肝炎最易由学龄前儿童引入家庭，表明学龄前儿童在甲肝流行过程中起着重要的传播作用。

生存率

生存率(survival rate)是衡量疾病防治效果，表明预后的指标。是在一定的年限内(1年、3年或5年等)，计算观察期初的病例中，仍存活病人的频率。

$$n年生存率(\%)=\frac{活过n年的病例数}{观察期初的病例数}\times 100\%$$

病人存活年数的起点，可以是确诊日期或接受某种治疗日期或出院日期。

生存率除用上式，即直接法计算外，还可用寿命表法计算。寿命表法应用定群寿命表的基本原理，求出病人活满x年再活过下一年的可能性($_1p_x$)，算出不同阶段各年的生存概率，即$_np_x$。逐年概率相乘，得出一定年限的生存率。

$$各年生存概率_1p_x=\frac{活满x年再活一年的人数}{活满x年的人数}$$

$$n年生存概率_np_0={}_1p_0\cdot{}_1p_1\cdot{}_1p_2\cdot{}_1p_3\cdots{}_1p_n$$

寿命表法对失访及因其他死亡中止观察的病例处理较直接法合理，所得结果较为理想。并可计算其标准误，求得置信期间(具体方法见“生存分析”条)。

生存率用于某些慢性病，如恶性肿瘤、心血管疾病等分析，表示预防或治疗效果的远期预后。

死亡统计指标

死亡率

死亡率(mortality rate)是衡量疾病死亡频率的指标，亦可间接地反映疾病发生的频率。它是指在1年内因某病死亡人数占同期人口数的比例。可以用10万分率，亦可用万、千或百分率表示，根据其比例数值的大小而定。

某病死亡率(1/10万)

$$=\frac{一年内因某病死亡人数}{同期平均人口数}\times 100\ 000/10万$$

与发病相比，死亡结局的判断是截然的，从这一点来看死亡率较发病率准确。但是，死亡率不仅受疾病发生频率影响，还受到死亡频度制约。死亡率高可能是由于发病率高，或病死率高，或两者均高所致。病死率极高的慢性病，如肿瘤、心血管疾病等，可由死亡率的变化窥知疾病发生频率的变化。而疾病发生频率的变化必然来自暴露于致病因素的频度及剂量的变化。为此，由死亡率变化与致病因素变化的关系可以探索病因以及考核防治措施的效果，它是流行病学研究的一项重要指标。应用死亡率研究流行规律时，应考虑人群的年龄构成，宜采用年龄别死亡专率的分层分析，或计算标化死亡率作对比，以消除年龄对死亡率的干扰。此外，还可以用性别、职业、地区死亡专率等作进一步的流行病学分析。

标准化死亡率

标准化死亡率(standardized mortality rate)是指按年龄性别调整后的死亡率。由于各年龄组死亡率相差很大，不同人群的性别年龄结构不同，粗死亡率将受到人群性别年龄结构的影响。婴幼儿人口比重较大，或老年人口比重较高的人群，粗死亡率比较高。对同一人群，即使各年龄组死亡率不变或甚至有所下降，也可能由于婴幼儿及老年人口比重上升而使粗死亡率升高。因此，在比较分析不同地区、不同人群的死亡率，或者作同一人群死亡率的动态分析时要考虑到人口性别年龄结构不同或改变对死亡率的影响。为消除这些影响可以用标准化法计算按性别年龄标化的死亡率。常用的标准化法有直接法及间接法。

直接法标准化 是用分年龄组的标准人口数或标准人口构成为权数，计算性别年龄组死亡率的加权均数。

设	标准人口中	待标人口中
性别年龄组人口数	N_i	n_i
人口总数	$N=\sum N_i$	$n=\sum n_i$
性别年龄组死亡数	R_i	r_i
死亡总数	$R=\sum R_i$	$r=\sum r_i$
粗死亡率	$M=R/N$	$m=r/n$
性别年龄组死亡率	$M_i=R_i/N_i$	$m_i=r_i/n_i$

用直接法求标准化死亡率(M_{dir})的计算公式为：

$$M_{dir}=\frac{\sum N_i m_i}{\sum N_i}=\frac{\sum N_i m_i}{N}$$

标准人口构成一般用全国普查人口的性别年龄构成，但也可以用任何其他公认或假定的人口性别年龄构成。假定标准人口0—80岁每一年龄人口数相同，则各年龄组人数与组距大小成正比，因而可以用各年龄组的组距(I)为权数求得标准化死亡率，称为“平均加权死亡率(EADR)”。

$$EADR=\frac{\sum I m_i}{\sum I}$$

间接法标准化 如果只知道待标人口中的死亡总数(r)，而不知道死亡者的年龄分布，或者因待标人数较少而各年龄组死亡率的随机误差太大时，可以用间接法。此时的标准化死亡率(M_{ind})计算公式为：

$$M_{ind}=M\frac{r}{E}$$

上式中E为待标人口按标准人口的年龄组死亡率(一般取全国普查人口的年龄组死亡率)计算的期望死亡总数，$E=\sum n_i M_i$。事先计算好标准人口粗死亡率M和待标人口的期望死亡总数E，一俟最后一例死亡登记完毕得到r，即可由上式求出标准化死亡率。设M_e为待标人口的期望死亡率，$M_e=\frac{E}{n}$，则上式可转化为：

$$M_{ind}=M\cdot\frac{r}{E}=M\frac{r/n}{E/n}=M\frac{m}{M_e}=m\cdot\frac{M}{M_e}$$

上式中$\frac{M}{M_e}$称为局部比较因子。每个待标人口均可事先计算好一个局部比较因子，用此局部比较因子乘待标人口死亡率也可求得按年龄标准化死亡率。在间接法标准化公式中，r/E称为标准化死亡率比(SMR)。标准化死亡率比也可以用作不同人群间死亡率的对比分析。用不同方法求得的标准化死亡率水平虽有不同，但对比各死亡率间的比值均很接近。

累积死亡率

累积死亡率(cumulative death rate)实际是标准化死亡率的一种特殊形式，计算简便，不需另选标准人口。计算得到的累积死亡率不受人口年龄构成的影响，可直接进行比较。某死因的累积死亡率可反映该死因对社会人群生命的危害程度。若某人群按某死因的年龄组死亡率发展下去，累积死亡率反映此人群死于该死因的机会大小。

某死因的累积死亡率可按下式计算：

$$\text{某死因累积死亡率}=\sum_{x}^{w}m_{ix},\quad x=1、2、3\cdots\cdots w$$

式中m_{ix}为i类死因x岁年龄组的死亡率。若年龄组组距不等于1，需将各年龄组死亡率乘以组距再求和。

为避免高龄组人数少、年龄组死亡率波动大引起的不稳定，计算累积死亡率的终止年龄(w)可选择74岁或64岁。例如：0—74岁恶性肿瘤的累积死亡率，表示该人群按此年龄组死亡率，在75岁之前死于恶性肿瘤的机会大小。

婴儿死亡率

婴儿死亡率(infant mortality rate)是1年内平均每个活产与死亡婴儿之比，是反映社会经济及卫生状况的一项敏感指标，在医学人口统计上具有重要意义。因为：①婴儿死亡率较高。婴儿死亡率的水平相当于50—60岁中老年人的死亡水平。②对平均期望寿命及人口自然增长的影响较大。③婴儿死亡数在总死亡人数中比例较大。④对社会经济和卫生条件的变化比较敏感。

婴儿死亡率通常按下式计算：

$$\text{婴儿死亡率}=\frac{\text{某年婴儿死亡数}}{\text{同年活产数}}\times 1\,000‰$$

上式并不是严格意义上的率，也并不表示婴儿在生后1年内的死亡概率。因为某年死亡的婴儿中一部分系当年出生，一部分出生于前一年。当出生率逐年下降时，按上式计算所得的婴儿死亡率较实际的婴儿死亡概率偏高；反之，当出生率逐年升高时，按上式计算所得的婴儿死亡率较婴儿死亡概率偏低。只有当上年活产数与本年活产数相等，且两年婴儿死亡水平不变时，上式可表示婴儿在生后一年内的死亡概率。

校正婴儿死亡率 为确切地反映某年婴儿死亡水平，可按下式计算校正婴儿死亡率。校正婴儿死亡率十分近似于该年婴儿的死亡概率。

$$\text{校正婴儿死亡率}=\frac{f\cdot D_x}{B_x}+\frac{(1-f)D_x}{B_{x-1}},\quad f=\frac{D_x^{x}}{D_x}$$

上表中B_x、D_x分别为某年活产数及婴儿死亡数，B_{x-1}为前一年活产数，D_x^{x}为某年婴儿死亡中当年出生数。f值与早期婴儿死亡和后期婴儿死亡的比例有关。婴儿死亡率越高，早期婴儿死亡之比例越低，f值也低。在婴儿死亡率水平相同时，f值比较稳定。它的数值可通过样本计算取得。

近几十年来大多数国家婴儿死亡率均显著下降。据1980年165个国家及地区资料统计，婴儿死亡率平均为85‰，其中低于20‰者34个，20‰—50‰者40个，50‰—100‰者30个，100‰—150‰者47个。14个国家及地区婴儿死亡率高于150‰。大多数欧美国家婴儿死亡率已低于20‰，甚至低于10‰，而不少发展中国家婴儿死亡率仍在100‰以上。中国婴儿死亡率据部分地区资料，1954年为138.5‰，1988年城市为14‰，农村为24‰。

新生儿死亡率及后期婴儿死亡率 按照婴儿死亡年龄，婴儿死亡率分为新生儿死亡率及后期婴儿死亡率。日龄不足28d者为新生儿，日龄在28d至1周岁内者为后期婴儿。

$$\text{新生儿死亡率}=\frac{\text{某年新生儿死亡数}}{\text{同年活产数}}\times 1\,000‰$$

$$\text{后期婴儿死亡率}=\frac{\text{某年28d及以上婴儿死亡数}}{\text{同年活产数}}\times 1\,000‰$$

如有可能，还可按寿命表原理计算不同月龄、周龄及日龄的婴儿死亡率。为分析影响婴儿死亡率的因素，还可按婴儿出生时孕周、出生时体重及婴母年龄等分组计算婴儿死亡率。新生儿死亡和后期婴儿死亡的原因有差别，前者主要与孕产期保健及胎儿本身的缺陷有关；后者则对外环境的变化较为敏感。外环境的变化对不同日龄的新生儿作用也不同。外环境的改善对后期婴儿死亡率的下降作用很大，但对新生儿的作用较小。

围生期死亡率

围生期死亡率(perinatal period)是指怀孕满28周的死产及生后不足7d的早期新生儿死亡之和占同年死产和活产数的比。计算公式如下：

$$\text{围生期死亡率}=\frac{\text{某年死产数加早期新生儿死亡数}}{\text{同年死产数加活产数}}\times 1\,000‰$$

围生期死亡率的高低与孕产期保健工作的质量有

关,也与胎儿本身的先天性缺陷发生率有关,它是衡量产科质量指标。由于统计时不需涉及胎儿是否活产这一难题,胎儿出生时生存情况的错报并不影响它的数值。孕产期保健工作的提高,并不总是使围生期死亡率下降。如加强孕期保健使有缺陷胎儿的生存期延长到怀孕28周以后死亡,则可使围生期死亡率发生反向变化,从而掩盖了围生期死亡率的真正下降。

孕产妇死亡率

孕产妇死亡率(maternal mortality rate)是1年内归因于孕产原因的妇女死亡数与同期活产数之比。计算式如下:

孕产妇死亡率

$$=\frac{\text{年内因孕产原因死亡的妇女数}}{\text{同年活产数}}\times 100\,000/10\text{万}$$

孕产妇死亡反映孕产过程对妇女生命的危害程度,理论上应取年内怀孕妇女数作为分母。但此数字一般较难取得,故用活产数代替。这样计算的孕产妇死亡率实际也是一个相对比。它受到双胎、死产及各年活产数波动的影响。

孕产妇死亡率近几十年来明显下降,但各国间相差很大。按活产计算的孕产妇死亡率丹麦为4/10万(1972),而哥伦比亚高达203/10万(1969)。中国孕产妇死亡率,据1977年12省116个医院统计资料为54/10万,北京市为22/10万。上海市1982年为10/10万。

死因别死亡率

死因别死亡率(cause specific mortality)是1年内平均每10万人口中死于某病的人数,是说明某种疾病或外伤对人民生命危害程度的统计指标。

$$\text{某死因死亡率}=\frac{\text{某年死于某死因人数}}{\text{同年平均人口数}}\times 100\,000/10\text{万}$$

死亡原因指引起或影响人死亡的各种疾病或外伤。进行死因统计的地区,死亡者均是死因统计的对象,因而死亡原因资料比疾病资料具有较高的完整性。它是了解一个国家或地区人群健康状况,分析与改进医疗卫生服务的重要依据。

引起一个人死亡的原因有时不只一种,如果有两种或两种以上疾病同时存在,签发死亡报告的医师或进行尸检的法医要确定什么是根本死亡原因。确定死亡原因时注意不要把死亡方式(如呼吸衰竭、心力衰竭、脑损伤等),直接死因(如尿毒症、败血症等)或症状作为根本死亡原因。如系意外伤致死,应说明外伤的原因及方式。如果根本死亡原因不明或填写不清时,有条件的地方由卫生部门组织专门调查,根据死者生前病史判定根本死亡原因。能引起死亡的疾病种类很多,由于疾病命名法不一致,同病异名或同名异病的情况并不少见。为便于统计及比较分析,应该有全国乃至世界统一的疾病命名及分类法。中国卫生部规定的病伤死因统计所用的死亡原因分类表中,将死亡原因分为17类87项(1987年)。世界卫生组织编制的《国际疾病分类》(1975年第九次修订版)中的死亡原因分类简表将死亡原因分为50项。

有些疾病多发于婴幼儿(如急性传染病),有些多发于中年人(如结核病及外伤),有些则多发于老年人(如恶性肿瘤及心脏病)。男女性的主要死因也不相同。为分析男女性各年龄组人口的主要死亡原因,可分别按男女性各年龄组计算死因别死亡率,如

男性肺癌死亡率

$$=\frac{\text{某年死于肺癌的男性人数}}{\text{同年男性平均人口数}}\times 100\,000/10\text{万}$$

女性25—34岁肺炎死亡率

$$=\frac{\text{某年25—34岁死于肺炎的女性人数}}{\text{同年25—34岁女性平均人口数}}\times 100\,000/10\text{万}$$

各种疾病死亡率的年龄分布特征不同。大多数疾病的年龄组死亡率随年龄上升。因此,在比较分析不同地区或同一地区不同时期的死因别死亡率时,要考虑到人口年龄结构不同或改变的影响。为消除人口年龄结构不同的影响,可按标准人口构成或标准人口的年龄组死亡率计算标准化死因别死亡率或标准化死亡率比(见“标准化死亡比”条)。

在死因分析中,主要死因别死亡率的动态分析有重要意义。为说明一个地区社会卫生状况及医疗卫生服务水平,可将死亡原因归成下列几组进行动态分析:传染病、孕产期疾病、肺炎及肠炎等常见病,外伤,心血管病,恶性肿瘤。近几十年来大多数国家的传染病死亡率显著下降,孕产期疾病及肺炎、肠炎等常见病也由于医疗服务水平的提高而明显下降,而心血管病及恶性肿瘤死亡率则在上升。分析各组死因别死亡率的变动时,要考虑人口年龄结构的改变,疾病的定义、命名及诊断标准,死因分类及归类方法,医疗服务水平及死因资料的完整性与正确性等因素的影响,注意不同时期死因资料的可比性。分析一个国家或地区人群的主要死因时,还可计算各种死因在全部死亡中所占的百分比(见“死因构成比和死因顺位”条)。不仅要分析全人口的主要死因,还应按年龄组分别计算各种死因在该年龄组全部死亡中所占的百分比以明确不同年龄组的主要死因。

分析死因资料时要注意原始资料的正确性。死因资料的正确性一般用死者的尸检百分比、死于医院者所占百分比、老衰及死因不明者所占百分比等表示。如有可能,可以对死亡原因与临床诊断、病理诊断进行对比分析以了解死因质量。从死因资料来分析人群的疾病情况时,需注意死因资料只反映引起人群死亡的那部分疾病。只有病死率很高的疾病(如大多数恶性肿瘤)死亡数才接近发病数,才可以用死因别死亡率来说明一个地区或人群

中的发病情况。

死因构成比和死因顺位

死因构成比(proportion of causes of death)亦称相对死亡比。它是某类死因的死亡数占总死亡数的百分数,可用下式计算:

某类死因占总死亡数构成比

$$=\frac{因某类死因死亡人数}{总死亡人数}\times 100\%$$

此指标反映何种疾病是造成死亡的主要原因。将各种死因按死因构成的大小顺序排列,称死因顺位(rank of cause of death)。下表是中国1985年部分地区居民前十位主要死亡原因。

中国部分地区居民前十位主要死亡原因(1985)

顺位	城市*			农村**		
	死亡原因	死亡率 1/10万	占总死亡 %	死亡原因	死亡率 1/10万	占总死亡 %
1	心脏病	131.04	23.39	心脏病	165.80	25.47
2	脑血管病	117.52	20.98	脑血管病	101.31	15.57
3	恶性肿瘤	113.86	20.32	恶性肿瘤	98.76	15.17
4	呼吸系病	50.58	9.08	呼吸系病	79.74	12.25
5	消化系病	23.34	4.17	消化系病	35.54	5.46
6	外伤	22.37	3.99	中毒	24.98	3.84
7	肺结核病	10.22	1.82	肺结核病	24.19	3.72
8	中毒	10.13	1.81	外伤	21.84	3.36
9	泌尿系病	9.12	1.63	传染病	13.96	2.14
10	传染病	7.92	1.41	新生儿病	11.11	1.68

* 北京等36个市全市或部分市区

** 全国72个县全县或部分乡

传染病及寄生虫病死亡率近几十年来显著下降。美国居民死亡原因中传染病所占百分比1900—1940年为20%,1966—1970年已降到0.5%;英国传染病死亡百分比1901年为24%,1971年已降到0.6%。中国城市人口的死因中传染病(包括肺结核)所占百分比1957年为15.44%,1980年已降到3.56%。在各年龄组中,传染病主要发生在婴幼儿组。在传染病中,结核病特别是呼吸系结核占很大比重,不少第三世界国家肠炎及腹泻在传染病中占重要地位。

恶性肿瘤死亡率在各国之间相差很大,各国的主要肿瘤也不一样。分析肿瘤死亡率的地区差别及动态变化时,一般用按Segi建议的世界标准人口计算标准化死亡率或35—64岁人群的标准化截缩死亡率。大多数恶性肿瘤死亡率男性高于女性。肿瘤的年龄组死亡率在25岁以后随年龄而迅速上升。据1975—1978年全国死亡回顾调查,中国恶性肿瘤死亡率74.0/10万(男84.4,女63.1),按Segi世界人口计算的标准化死亡率99.5/10万(男119.6,女80.7),占全部死亡人数的10.1%(男11.3,女8.9)。中国的主要肿瘤的标准化死亡率依次为胃癌15.41/10万,食管癌14.95/10万,肝癌10.09/10万,宫颈癌5.06/10万,肺癌4.97/10万,肠癌3.54/10万,白血病2.52/10万,鼻咽癌1.88/10万。

心血管病是大多数国家的首位死亡原因,但各国心血管病死亡率相差很大,病种也不一样。英国、加拿大、澳大利亚等国家缺血性心脏病死亡率很高,而日本、法国等国家脑血管病死亡率很高。心血管病死亡率的性别年龄分布特征各国基本相同。在死亡率的对数曲线图上心血管病死亡率随年龄呈直线上升,每隔20岁死亡率上升一倍。男性心血管病死亡率一般高于女性。据部分地区死亡原因统计资料,中国城市心脏病死亡率1957年为47.2/10万,占全部死亡的6.61%;1985年为131.04/10万,占全部死亡的23.39%。脑血管病死亡率1957年为39.0/10万,占全部死亡的5.46%;1985年为117.52/10万,占全部死亡的20.98%。1985年农村心脏病死亡率为165.80/10万,占全部死亡的25.47%,脑血管病死亡率101.31/10万,占全部死亡的15.57%。

标准化死亡比

标准化死亡比(standardized mortality ratio)是衡量某特殊人群暴露于某可疑致病因子的死亡水平的指标,是以暴露人群的实际死亡人数和它的预期死亡人数相比的比值。预期死亡数是以一般人群为标准,其死亡率按年龄标准化计算,即假设暴露人群的死亡水平与一般人群相等,并消除年龄构成因素对死亡率的影响后所得出的预期死亡人数。实际死亡人数与预期死亡人数相比,若比值大于1,说明该人群的实际死亡水平与一般人群不等,且高于一般人群。

$$标准化死亡比=\frac{实际死亡人数}{预期死亡人数}$$

标准化死亡比用于慢性病及其他原因不明疾病的病因研究,用以表示暴露于可疑致病因子的人群发生某病的危险性是否大于一般人群,说明该因子与所研究的疾病之间是否存在联系。

寿 命 表

寿命表

寿命表,亦称生命表(life table),是描述特定人群生命过程的一种统计表。寿命表有队列寿命表及现时寿命表两种。队列寿命表是随访同时出生的一群人,记录这群人出生后的死亡过程,计算逐年死亡数、死亡率、尚存人数、生存年数及平均寿命的一种统计表。现时寿命表是假定有同时出生的一群人,按照某一实际的年龄组死亡率逐年死去,记录其生命过程的一种统计表。按照年龄分组法不同,寿命表分为完全寿命表(年龄1岁1组)及简略寿命表(年龄5岁或10岁1组)。医学上常用的是简略寿命表。

寿命表简史 编制寿命表的历史很早,1662年John Graunt分析伦敦死亡资料时提出了寿命表的概念。1693年Edward Halley根据1687—1689年Breslau市的死亡资料编制了最早的寿命表。18世纪中叶以后欧美国家先后编制了各国寿命表。中国卫生统计学者袁贻瑾1935年根据广东中山李氏家谱中记录的死亡资料编制了中国最早的寿命表。同年,原金陵大学的H. E. Seifert根据中国17个省101个地区约20万农民的调查资料,编制了中国最早的农民寿命表。1944年薛仲三根据死亡登记资料编制了南京市寿命表。新中国成立后,李光荫根据北京市死亡登记资料编制了北京市区1950及1953年寿命表。50年代后期起北京市及上海市逐年编制了系列寿命表,哈尔滨、长春、武汉、南京、福州、南昌及苏州等城市也编制过寿命表。1981年戎寿德等发表了根据70年代中期全国死亡回顾调查资料编制的全国男、女性简略寿命表及各省市、自治区的平均期望寿命。1984年国家统计局根据第三次全国人口普查(1982)资料,编制了中国寿命表。

寿命表统计指标及其定义 常用的有:

确切年龄(x),指刚满x个生日时的年龄。

尚存人数(l_x),指假定同时出生的一批人(一般定为100 000)中活满x岁的人数。

死亡人数($_nd_x$),指x岁时存活者中在x-(x+n)岁期间死亡人数。

死亡概率($_nq_x$),指x岁时存活者在x-(x+n)岁期间死亡的机率。

生存概率($_np_x$),指x岁时存活者n年后仍存活的概率。

生存年数($_nL_x$),指x岁时存活者在以后n年内的存活年数。

生存总年数(T_x),指x岁时存活者今后能存活的总年数。

平均期望寿命(e_x),指x岁时存活者今后平均每人尚能存活的年数。

编制寿命表时需要某一人群分年龄组的平均人口数($_nP_x$)、死亡数($_nD_x$)、死亡率($_nm_x$)及x-(x+n)岁期间死亡者的平均存活年数比例($_na_x$)。

上述各项指标间的相互关系为:

$$_nm_x={}_nD_x/{}_nP_x$$

$$_nq_x=d_x/l_x,\quad {}_np_x=1-{}_nq_x$$

$$l_{x+n}=l_x-{}_nd_x \text{或} l_{x+n}=l_x\cdot{}_nP_x$$

$$_nd_x=l_x\cdot{}_nq_x$$

$$_nL_x=n[(l_x-{}_nd_x)+{}_na_x\cdot{}_nd_x]=n[l_x-(1-{}_na_x){}_nd_x]$$

$$T_x=\sum_x^w {}_nL_x$$

$$e_x=T_x/l_x$$

如已知$_nq_x$(或$_np_x$)及$_na_x$,则可按上述函数关系编制寿命表。l_0一般定为100 000。

死亡概率 假定各年龄组死亡率及人口年龄结构不变,x-(x+n)岁间的死亡人数呈均匀分布,则可按下式由$_nm_x$求$_nq_x$或$_np_x$。

$$_nq_x=\frac{2\cdot n\cdot{}_nm_x}{2+n\cdot{}_nm_x},\qquad {}_np_x=\frac{2-n\cdot{}_nm_x}{2+n\cdot{}_nm_x}$$

由于0岁组死亡率(m_0)一般不很准确,出生后第一年内的死亡人数也不呈均匀分布,故0岁组死亡概率(q_0)应按下式计算:

$$q_0=\frac{D_x^x}{B_x}+\frac{D_{x-1}^x}{B_{x-1}}$$

上式中,B_x、B_{x-1}分别为某年及前一年出生人数,D_x^x为某年出生者中当年死亡的婴儿数,D_{x-1}^x为前一年出生而死于某年的婴儿数。

如果缺少计算上述死亡概率的原始数据，也可用婴儿死亡率或校正婴儿死亡率作为q_0的近似值。

寿命表中最高年龄组一般无上限及组距，如"80岁及以上组"。设$p_w=0$或$q_w=1$，则最高年龄组的L_w及T_w可按下式计算：

$$m_w=d_w/L_w=l_w/L_w$$
$$\therefore L_w=l_w/m_w,\text{且}T_w=L_w$$

简略寿命表编制方法 根据上述定义及关系式，如已知分年龄组的死亡率（$_nm_x$）则可按下述步骤及方法编制简略寿命表。男、女性分开，年龄组一般分为0、1—4、5—9、10—14、……五岁一组、……80岁及以上。

(1) $_nq_x=\dfrac{2\cdot n\cdot {_nm_x}}{2+n\cdot {_nm_x}}$ 或 $_np_x=\dfrac{2-n\cdot {_nm_x}}{2+n\cdot {_nm_x}}$

q_0用婴儿死亡率作为近似值

(2) $l_0=100\,000, l_{x+n}=l_x\cdot {_np_x}$或$l_{x+n}=l_x-{_nd_x}$

(3) $_nL_x=n[l_x-(1-{_na_x}){_nd_x}]$。

当$_na_x\doteq\dfrac{1}{2}$时，$_nL_x=\dfrac{n}{2}(l_x+l_{x+n})$

(4) $T_x=\sum\limits_x^w {_nL_x}$，最高年龄组$T_w=L_w=l_w/m_w$

(5) $e_x=T_x/l_x$

编制简略寿命表的具体方法常用的有：

(1) Reed及Merrell法（1939年）

(2) Greville法（1943年）

(3) 标准寿命表法（1947年）

(4) 蒋庆琅法（1968年）

世界卫生组织推广美籍华裔统计学家蒋庆琅提出的方法，按下式由$_nm_x$求$_nq_x$：

$$_nq_x=\frac{n\cdot {_nm_x}}{1+(1-{_na_x})\cdot n\cdot {_nm_x}}$$

据蒋氏经验a_x值分别为：

$a_0=0.09, a_1=0.43, a_2=0.45, a_3=0.47$

$a_4=0.49$。5岁以上各$_na_x=0.5$

寿命表的应用 寿命表在医学人口统计及生物医学研究中有广泛用途。

(1) 寿命表主要指标（l_x、$_nd_x$、$_nq_x$、e_x等）均决定于各年龄组死亡率而不受人口出生率及人口年龄结构的影响，因此在比较分析时具有较好的可比性。出生时平均期望寿命（e_0）是各年龄组死亡率的综合反映，是评价不同国家或地区人群健康水平的主要指标之一。

①寿命表尚存人数（l_x）反映一定年龄组死亡率条件下人口的生命过程，一般用普通线图表示。分析时要注意曲线高度和曲度，特别是曲线头部的变化。各年龄组死亡率越低，尚存人数曲线越高，婴幼儿死亡率越低，曲线头部曲度越小。不同年龄段尚存人数的比值（l_{x+k}/l_x）称该年龄段尚存率，说明该年龄段死亡率的高低。$l_x=l_0/2$时的年龄称尚存半数年龄。婴幼儿、青壮年段死亡率下降则尚存半数年龄后移。②寿命表死亡人数（$_nd_x$）的分布反映一定年龄组死亡率条件下人口的死亡过程，可用直方图或多边图表示。在健康状况比较好的人群中，死亡人数分布图的婴幼儿高峰下降，老年段高峰右移。③寿命表死亡概率（$_nq_x$）决定于各年龄组死亡率。死亡概率一般用半对数线图表示，横轴代表年龄，纵轴代表死亡概率。死亡概率曲线的特征与年龄组死亡率相同。比较分析时需要注意曲线的高度与曲度，特别是婴幼儿段曲线高度的变化。④平均期望寿命（e_x）说明在一定年龄组死亡率条件下x岁尚存者今后预期还能存活的平均年数。x岁时平均期望寿命受x岁以后各年龄组死亡率的综合影响。出生时平均期望寿命，简称平均寿命，则是各年龄组死亡率的综合反映，可以概括地说明人群的死亡率水平。平均期望寿命一般用普通线图表示，比较分析时要注意曲线的高度，特别是曲线头部高度与曲度的变化。

(2) 研究疾病对人群健康的影响时可利用寿命表原理，计算除去某种疾病死亡后的寿命表（去死因寿命表），与全死因寿命表比较，用增加的平均寿命或生存年数说明这种疾病对人群健康的影响程度。用寿命表法研究疾病对人群健康的影响，具有综合性好，可比性强，不受人口年龄结构的影响等优点。

(3) 研究人类生育，特别是人口繁殖过程时，可利用女性寿命表中育龄期尚存率，结合各年龄组育龄妇女生育率，计算人口繁殖率，分析人口发展趋势。

(4) 在临床医学研究中，为了解疾病的发展过程，评价不同治疗方法的效果时，可用一群病人的随访资料，按照队列寿命表的原理，编制疾病表，用确诊或治疗后不同时期的生存率说明疾病的预后或远期疗效。

(5) 在生物医学研究中，也可按队列寿命表的原理，分析某种医用昆虫的生命过程，研究各种因素对生物的生命过程的影响，评价防治昆虫措施的效果。

平均期望寿命

平均期望寿命（life expectancy）亦称平均预期寿命，为寿命表指标之一，是根据特定的年龄组死亡率用寿命表方法计算出来的一种综合反映年龄组死亡率水平的卫生统计指标。各年龄组死亡率高，平均期望寿命就短，各年龄组死亡率低，平均期望寿命就长。平均期望寿命表明，如果在同时出生的一代人，按照特定的年龄组死亡率先后死去，平均每个人预期可活几岁。平均期望寿命不像粗死亡率那样受人口年龄结构的影响，它不仅概括性好，可比性也强。因此是广泛应用于评价社会卫生状况及人群健康水平的一个重要指标，可以在不同国家或地区间进行比较，也可用于同一人群健康水平的动态分析。

随着社会经济的发展，人们生活卫生水平的提高，科学技术的进步，人类死亡率下降，平均期望寿命延长。根据人类学家研究，人的平均寿命青铜时代为18岁，古罗马时代为29岁，文艺复兴时期35岁，19世纪中叶40岁

左右。20 世纪初,欧洲人寿命已达 50 岁左右,而印度人仍只有 23 岁。本世纪中期,欧美各国平均寿命已达 65 岁左右,有的已超过 70 岁,如英国人男性 67.5 岁、女性 73.0 岁,法国人男性 63.6 岁、女性 69.3 岁,瑞典人男性 70.5 岁、女性 73.4 岁,美国人男性 67.4 岁、女性 73.6 岁,而印度人男性 41.9 岁、女性 40.6 岁。据美国人口情报社资料,1986 年世界平均的寿命已达 62 岁,但各国间差别很大,欧美各国均已超过 70 岁,有的国家女性平均期望寿命已接近 80 岁(冰岛、瑞典、日本)。发展中国家平均为 58 岁,不少非洲国家还不满 50 岁,有的(如冈比亚)还只有 35 岁。

中国人的平均寿命也在延长。有人研究,北京猿人平均只有 15 岁,秦汉时为 20 岁,唐代 27 岁,宋代 30 岁。据广东中山李氏家谱寿命表,明清时平均寿命为男性 33—38 岁,女性 37—40 岁(袁贻瑾,1931)。中国农民 1929—1931 年平均期望寿命为男性 34.85 岁,女性 34.68 岁(Seifert,1935)。1935 年南京市居民平均期望寿命为男性 39.80 岁,女性 38.22 岁(薛仲三,1944)。新中国成立以来的近 40 年间,中国人民的寿命随死亡率下降而迅速提高。50 年代初,几个大城市(北京、上海)居民平均期望寿命在 50 岁左右,1957 年统计为 57 岁。据 70 年代中期全国死亡调查资料,1973—1975 年中国人民平均期望寿命为男性 63.62 岁,女性 64.31 岁。据第三次人口普查资料,中国人民的平均寿命为男性 66.43 岁,女性 69.35 岁。据国家统计局 1985 年抽样调查资料,中国人的平均期望寿命男性 67.0 岁,女性 71.0 岁。

去死因寿命表

去死因寿命表(cause specific life table)是研究某种死亡原因对居民健康影响程度的一种统计方法。基本原理是,假定某种死亡原因被控制或消除,即该死因的死亡率降到 0,居民死亡率将下降,寿命将延长,用增加的寿命数可以说明该死因对居民健康的危害程度。与其他统计指标相比,用某死因损耗的寿命数来分析各种死因对健康的影响程度,具有概念清楚、综合性强、不受人口年龄结构影响、便于比较分析等优点。

去死因寿命表中各项指标的意义及相互间的函数关系与一般寿命表(也称全死因寿命表)相同,编制去死因寿命表的具体方法也与寿命表基本相同。

已知各年龄组平均人口数(${}_nP_x$)、死亡人数(${}_nD_x$)及因某病死亡人数(${}_nD_x^{-i}$)时,可先求出去掉某病后的年龄组死亡率(${}_nm_x^{i}$),

$$ {}_nm_x^{-i}=\frac{{}_nD_x-{}_nD_x^{i}}{{}_nP_x} $$

进而按去死因后年龄组死亡率(${}_nm_x^{i}$)与去死因寿命表死亡概率(${}_nq_x^{-i}$)的关系式,求出去死因寿命表中的死亡概率,

$$ {}_nq_x^{-i}=\frac{2\cdot n\cdot {}_nm_x^{i}}{2+n\cdot {}_nm_x^{-i}} $$

再按下列关系式求出去死因寿命表中的尚存人数(l_x^{-i})及死亡人数(${}_nd_x^{-i}$),

$$ d_0^{i}=l_0^{i}\cdot q_0^{-i} $$

$$ l_1^{-i}=l_0^{-i}-d_0^{-i} $$

$$ {}_4d_1^{-i}=l_1^{-i}\cdot {}_4q_1^{-i} $$

$$ l_5^{-i}=l_1^{-i}-{}_4d_1^{i}\text{,余类推} $$

已知去死因寿命表中尚存人数(l_x^{-i})及死亡人数(${}_nd_x^{-i}$),则可按下述关系式求出去死因寿命表中生存年数(${}_nL_x^{-i}$)、生存总年数(T_x^{-i})及平均期望寿命(e_x^{i})。

$$ L_0^{i}=l_1^{i}+0.15d_0^{-i} $$

$$ {}_nL_x^{-i}=\frac{n}{2}(l_x^{-i}+l_{x+n}^{-i}) $$

$$ T_x^{-i}=\sum_x^w {}_nL_x^{-i}\text{,但}T_w^{-i}=L_w^{i}/m_w^{-i} $$

$$ e_x^{-i}=T_x^{i}/l_x^{-i} $$

最后可用全死因寿命表中各年龄组平均期望寿命(e_x)及去死因寿命表中相应年龄组平均期望寿命(e_x^{i})的差值分析该死因对居民健康的影响程度。

减寿年数与减寿率

减寿年数(potential year lost of life, PYLL)亦称寿命损失年数,是用寿命损失量来评价居民健康状况或某种死因对居民健康影响程度的统计指标。有时用寿命损失率或减寿率(LLR)表示。

死亡者的年龄分布是评价居民健康状况的重要指标之一。一般认为,死亡者年龄结构年青,即死亡者中儿童及青壮年较少而老年人较多的地区的居民健康水平要高于死亡者中儿童及青壮年较多而老年人较少的地区。因为,如果平均寿命是 70 岁的话,死亡一个 5 岁儿童表示损失了 70－5＝65 岁寿命,而死亡一个 65 岁老年人只损失了 70—65＝5 岁寿命。因此,如果已知平均期望寿命及死亡者的年龄分布,即可用死亡者的寿命损失年数或减寿年数来评价居民健康水平。同理,用不同疾病死亡者的年龄分布资料所计算的减寿年数或减寿率,也可以比较评价各种疾病对居民寿命的影响程度。

根据国内外统计资料,现代人的寿命在 70 岁以上。因此一般用 70 岁作为人的目标寿命。如果已知分年龄组死亡人数(D_i),则可结合各年龄组的组中值(I_i,即该年龄组死亡者的平均年龄),按下式求寿命损失或减寿年数(PYLL):

$$ PYLL=\sum(70-I_i)D_i=\sum a_iD_i $$

$$ (\text{令}a_i=70-I_i) $$

按总人口数(N)平均的每人寿命损失年或减寿年数,称为寿命损失率或减寿率(LLR)。

$$LLR=\frac{PYLL}{N}$$

1975—1977年某地女性居民寿命损失计算表

年龄组 (1)	平均人口数 (2), P_i	死亡人数 (3), D_i	年龄组组中值 (4), I_i	70 I_i (5), a_i	标准人口年龄结构 (6), R_i
0—	58 826	694	2.5	67.5	0.093 5
5—	58 827	48	7.5	62.5	0.109 9
10—	57 813	22	12.5	57.5	0.130 9
15—	54 263	27	17.5	52.5	0.126 0
20—	46 656	66	22.5	47.5	0.074 6
25—	28 907	47	27.5	42.5	0.091 6
30—	27 385	39	32.5	37.5	0.071 7
35—	25 357	69	37.5	32.5	0.052 6
40—	26 878	91	42.5	27.5	0.046 2
45—	24 342	112	47.5	22.5	0.045 6
50—	23 328	173	52.5	17.5	0.049 4
55—	21 807	270	57.5	12.5	0.033 5
60—	19 271	353	62.5	7.5	0.027 9
65—	13 693	466	67.5	2.5	0.022 6
70—	19 779	1 908			0.024 0
合计	507 132	4 385			1.000 0

各地人口的年龄结构不同，死亡者的年龄分布也可能不同。因此，减寿年数及减寿率也受到人口年龄结构的影响。为消除人口年龄结构对减寿率的影响，可以用标准化法按标准人口的年龄结构计算标准化减寿率或标准化寿命损失率。已知某地人口中各年龄组人口数(P_i)及死亡数(D_i)，标准人口中各年龄组人口的构成比(R_i)，则按年龄标准化减寿率或标准化寿命损失率(standardized life lost rate, SLLR)的计算公式为：

$$SLLR=\sum a_i\frac{D_i}{P_i}\cdot R_i$$

本例，减寿年数(PYLL)

$$=\sum a_iD_i=67.5\times694+62.5\times48+57.5\times22+\cdots+2.5\times466$$
$$=4\,684.5+3\,000+1\,265+\cdots+1\,165$$
$$=76\,602.5$$

减寿率(LLR)

$$=\frac{PYLL}{N}=\frac{76\,602.5}{507\,132}=0.151\,1\text{ 或 }151.1‰$$

按年龄标准化减寿率(SLLR)

$$=\sum a_i\cdot\frac{D_i}{P_i}\cdot R_i=67.5\times\frac{694}{58\,826}\times0.093\,5+62.5\times\frac{48}{58\,827}\times0.109\,9+\cdots+2.5\times\frac{466}{13\,693}\times0.022\,6=0.074\,46+0.005\,60+\cdots+0.001\,92=0.132\,41\text{，或 }132.41‰$$

用减寿年数及减寿率评价居民健康水平的优点是：概念清楚，能直观地说明寿命损失数，概括性好，可比性强；基础数据容易得到；计算也方便。如果有分死因(疾病)的年龄组死亡人数，还可以计算分死因(疾病)的减寿年数及减寿率，用寿命损失数来分析各种死因(疾病)对居民健康的影响程度，也可用于流行病学分析。

环境及毒理学评价

水质评价

水质评价(water quality assessment)是根据对水样进行物理、化学、微生物学检验和调查研究的结果，按照水体的不同用途，采用相应的水质标准进行综合评价，以判明这种水质受到污染的程度以及是否适宜于该种用途。

水质评价的方法有统计法和水质指数法两大类。采用统计评价法时，应将同一采样点上的大量水质监测数据进行统计学的整理加工。根据监测数据的统计分布，求其中位数、算术均数或几何均数、标准差、各百分位数的浓度以及样品中浓度超过有关水质标准的次数及其百分率等。这种方法是根据所检水质的逐个指标，分别对照相应的水质标准进行评价。

为了综合水质的多种指标对水质进行评价，可采用水质指数法。水质指数是环境质量指数的一种，将通过统计求得的有代表性的水质监测数据，代入计算模式，并根据水体用途确定的水质标准作为评价标准，经模式算得的无量纲相对数称为水质指数。

国内外现有多种水质指数，他们可用于比较几个水体或同一水体不同采样点的水质状况，还可用于观察不同时期水体水质的变化趋势，或考核水污染控制措施的成效。

理论上，任意个水质参数都可参与构成一个水质指数；且参数愈多，愈能全面地反映综合的水质。但参数太多往往增加监测工作量。因此，目前许多水质指数都选择卫生上有普遍意义，又列为常规监测的项目作为主要参数。

计算水质指数时，可根据各个水质参数的危害程度，进行合理加权。有些水质指数，凭设计者的主观判断决定权重，有些则由设计者征询较多专家的意见决定权重。也有些不考虑各参数的相对权重。

水质指数的计算模式中以各个水质参数的分指数为基本构成单元。分指数的确定有两种方法，一种是按某水质参数的实测平均浓度（或中位数）与该参数的评价标准的比值作为分指数，即：

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中：P_i为该水质参数的分指数；

C_i为该水质参数实测平均浓度（或中位数）；

S_i为该水质参数的评价标准。

但水中溶解氧浓度愈高，表示水中有机物质污染程度愈轻，故其指数应按下式计算：

$$P_o = \frac{C_m - C_i}{C_m - S_o}$$

式中：P_o为溶解氧分指数；

C_m为某水温时水中溶解氧饱和浓度（mg/L）；

C_i为溶解氧实测平均浓度（或中位数）（mg/L）；

S_o为评价标准规定的溶解氧最低浓度（mg/L）；

对于按评价标准规定容许浓度有一定变化幅度的水质参数，如pH值评价标准容许变化于6.5—8.5之间，这种水质指数的污染分指数则如下计算：

$$P_{pH} = \frac{|C_i - \bar{C}_s|}{C_{smax} - \bar{C}_s}$$

或

$$P_{pH} = \frac{|C_i - \bar{C}_s|}{\bar{C}_s - C_{smin}}$$

式中：P_{pH} pH分指数；

C_i为实测pH平均值；

$\bar{C}_s$为评价标准容许的pH值幅度的平均值。

即：

$$\bar{C}_s = \frac{C_{smax} + C_{smin}}{2}$$

C_{smax}为评价标准容许的pH最高值；

C_{smin}为评价标准容许的pH最低值。

另一种求分指数的方法是水质评分法。采用此法时，列入水质指数计算模式的水质参数一经选定，必须按设计者意图或征询较多有关专家的意见，对各个水质参数检验结果所表示的水质进行评分。例如确定水中具有不同溶解氧含量时应分别给予多少评分。评分法中，通常对监测数据较好的水质给予较高的评分值，对最满意的水质可给予100分；对最差的水质可给予0分。对选用的各个水质参数，均须确定一个评分尺度。这时各个水质参数的分指数可表示为：

$$P_i = q_i$$

式中：P_i为某水质参数的分指数；

q_i为根据该水质参数实测平均浓度（或中位数）查评分尺度（一般可用图或表的方式表示）获得的，或根据计算评分的模式算得的对该水质参数的评分。

各个水质参数的分指数用评分法或比值法确定后，即可将各分指数综合而成水质指数。综合计算水质指数，目前有以下几种方法：

叠加型水质指数：$I_水 = \sum_{i=1}^{n} P_i$

均值型水质指数：$I_水 = \frac{1}{n}\sum_{n=1}^{n} P_i$

加权均值型水质指数：$I_水 = \sum_{i=1}^{n} W_i P_i$

$\sum W_i = 1$

考虑最高分指数和平均分指数的水质指数：

$$I_水 = \sqrt{\frac{P_{imax}^2 + \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i\right)^2}{2}}$$

$$I_水 = \sqrt{P_{imax}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i\right)}$$

以上各式中：$I_水$为综合的水质指数；

P_i为某水质参数的分指数；

n为选用的水质参数个数；

W_i为各水质参数的权值，由设计者判断或征询专家意见确定；

P_{imax}为最高的一个分指数。

在设计一种水质指数时，除规定参数选择、各分指数的计算和综合方法外，最后还应对综合的水质指数计算值按水质的清洁程度划分成若干个水质等级，分别给以诸如清洁、尚清洁、轻污染、中等污染、严重污染等分级名称，以便对各水样的综合水质指数值作出评价。

环境质量综合评价

环境质量综合评价（comprehensive assessment of environmental quality）是根据对一定地区的大气、水、土壤等环境诸要素的理化、生物学监测和调查研究结果，进行综合分析评价，为制订环境治理对策和污染防治措施提供科学依据。

环境质量综合评价可按评价阶段、评价对象和评价范围进行分类。按评价阶段可分环境现状质量评价和环

境影响评价两类。前者指对环境的现状质量进行广泛的调查研究而后作出评价，提出必要的改善措施；后者指在大型工业建设或其他经济开发项目施工之前，就该项目对环境可能产生的影响进行预测和评价，以便采取相应的工程方案，并采取各种环境保护措施防患于未然。1979年公布的《环境保护法(试行)》规定：一切企业、事业单位的选址、设计、建造和生产，都必须提出对环境影响的报告书，经环境保护部门和其他有关部门审查批准后才能进行设计。按评价对象可分单要素评价和区域环境综合评价。前者是对组成环境的某一项要素(如大气、地面水、地下水、土壤、噪声等其中任何一项)的质量作出评价；后者是选择对区域环境的整体质量有重大影响的若干要素进行监测或调查，对区域环境的整体质量作出综合评价。在单要素环境质量评价中，可只从一个参数(如某污染物)去评价这个单要素的质量，也可选择这个单要素中的若干个参数(如大气中的几种污染物)进行监测和调查，然后对这个单要素的质量作出综合评价。按环境质量评价的范围可分河流或水库的环境质量评价，区域和城市的环境质量评价等。

在进行任何一种环境质量评价时，必须进行调查研究，收集评价范围内的各项环境资料，包括地形、地貌、水文、气象、生态、排放污染物的各种污染源、污染物的种类和数量以及人体健康状况等，这些资料是进行环境质量综合评价的原始依据。为了掌握大气、地面水、地下水、土壤、生态、噪声等自然环境的现状质量，还须通过专门的环境监测，取得大量数据，进行统计整理。环境监测是环境质量评价工作的基础，必须有准确、足够和有代表性的监测数据，才能作出科学的客观的环境质量评价。

各项环境质量标准也是环境质量评价的重要依据之一。各种要素的环境质量标准是经过专门的科学实验和现场调查，在研究不同的环境质量对人体健康和生态系统等多方面的影响后，结合技术经济条件制订的。有些环境指标(如土壤、河流和湖泊水库的底质等)，目前尚未制订环境质量标准，在环境质量综合评价中可通过调查取得本底值作为评价依据。

环境质量综合评价是一项多学科的综合性工作，必须组织各有关学科专业人员参加。医学卫生部门应组织专门医务人员调查被评价地区的人群健康状况，同时配合大气、水、土壤等环境要素的监测和评价结果，探讨人群健康状况与环境质量之间的相关性。还应调查或征集居民各种疾病包括肿瘤的患病率和死亡率，查明不同环境质量对居民健康的影响。还应对拟建工程项目附近地区的现有居民进行健康状况调查，作为该工程项目建设投产前的健康本底资料，以便在该工程建成投产若干年后再作类似的健康调查进行比较。

对环境各要素(大气、水、土壤等)的监测数据进行统计整理时，需计算各个污染物的浓度范围、算术平均浓度和标准差、几何均值浓度、中位数浓度以及浓度超过环境质量标准的样品数目及其百分率等。有时可采用各种单要素的环境质量指数进行评价。环境质量指数是将国家制定的环境质量标准作为评价依据，把监测数据代入合理设计的计算模式、得出无量纲的相对数，以此表达监测数据所反映的环境质量。为了得出区域环境的整体质量并进行综合评价，可将计算的各个单要素(大气、水、土壤等)的环境质量指数采用一定的计算模式进行综合。不论是评价环境单要素或评价区域环境整体质量的指数，均可用于对环境质量的时间和空间变化作分析比较。在开展区域环境质量评价中，通常可将评价的区域划分成一定大小的网格，根据监测数据，算出各网格的各种环境质量指数后，用不同深浅颜色和图例标明于区域的地图上，成为环境质量分布图。

在进行环境影响评价时，常可通过扩散模式计算预测大气和水体中各种污染物的浓度，然后对照环境质量标准进行评价。

大气质量评价

大气质量对人体健康、生态系统、建筑材料和气候等均有密切影响。大气质量评价(air quality assessment)是指从卫生学、生态学和其他角度出发对大气质量好坏作出的判断。

大气质量评价的方法分为：大气监测数据的统计分析评价法及应用大气质量指数评价法

大气监测数据的统计分析评价法，是根据大气监测数据的统计分布，求得许多统计参数。例如算术均数及其标准差、几何均数及其标准差、各百分位数的浓度、样品中浓度超过大气质量标准的次数及其百分率、最高和最低浓度等作出评价。

应用大气质量指数评价大气质量是一种较新的方法。大气质量指数，系将大量的大气监测数据，求得其统计代表值后，代入一个拟定的计算模式，以大气质量标准作为评价依据，计算得出的无量纲相对数。中国从70年代初开始逐步将大气质量指数作为一种评价工具，采用的大气质量综合指数主要有以下几种：

(1) 叠加型大气质量指数：

$$I=\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{S_i}$$

式中：I为大气质量综合指数；

C_i为某污染物的实测浓度(mg/m^3)；

S_i为该污染物的评价标准(mg/m^3)；

n为污染物参数的个数。

上式中的比值C_i/S_i可称为某污染物的分指数。此式采用简单叠加的方式，计算甚为方便，可用于综合评价几种污染物同时存在下的大气综合质量。I值愈大，表示大气的综合质量愈差。但本式计算结果显然与参数多寡有关，故在比较各时期或各地点的大气质量时，参数个数必

须相同。

(2) 以平均分指数表示大气质量综合指数:

$$I=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{S_i}$$

式中各符号代表的意义同上。此式以平均分指数方式用于评价n种污染物同时存在下的大气综合质量,计算也很方便。

(3) 姚志麒设计的大气质量综合指数(I_1):

$$I_1=\sqrt{\left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{最高}\cdot\left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{平均}}$$

式中:$\left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{最高}$ n个污染物分指数中最高的一个分指数;

$\left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{平均}$ n个污染物分指数的平均值。其余符号代表的意义同前。本式兼顾n个污染物分指数的最高值和平均值,在推导时对平均分指数和最高分指数考虑不同的权值,同时计算也很简便。这种大气质量综合指数计算式目前在中国应用较为广泛。

(4) 姚志麒设计的大气污染超标指数(I_2):当大气中某污染物出现超过大气质量标准的高浓度时,人体健康和生态系统会蒙受较大的损害。因此,有必要对当地大气中污染物出现超标高浓度的情况加以评价,大气污染超标指数(I_2)的计算式如下:

$$I_2=\sqrt{\sum\left(\alpha_i\frac{A_i}{S_i}\right)^2}$$

式中:A_i为某污染物全年实测数据中等于或超过该污染物相应评价标准的历次高浓度的累计总和(mg/m^3);

S_i为某污染物的相应评价标准(mg/m^3);

α_i为校正系数。如下计算:

$$\alpha_i=\frac{N_i}{N_i^1}$$

式中:N_i为按照原定监测计划规定1年内应取得的该污染物实测数据个数;

N_i^1为1年内实际取得的该污染物实测数据个数。

大气污染超标指数可用于评价某监测采样点1年内各污染物历次出现的超标浓度的总和,不仅考虑了超标的出现次数或频率,也考虑了历次超标高浓度的累计总和。

土壤卫生评价

土壤卫生评价(hygienic assessment of soil)是对土壤的物理、化学和生物学的性状进行评价,以判断其卫生状况和污染程度,并指出对健康的可能危害。

土壤物理性状评价 地表面的土壤是由地壳岩石风化和微生物作用而形成,土壤的结构和颗粒有重要的卫生学意义。由于各地成土母岩的性质和气候特点不同,使土壤结构和颗粒大小不同。土壤颗粒间的孔隙度适宜,通气性良好,氧气充足,土壤中有机污染物的氧化分解就快而彻底,病原体死亡也快,则有利于土壤中有机物的无机化。土壤颗粒细而潮湿、颗粒间隙中氧气不足,则土壤中有机物易厌氧性分解,并产生许多具有恶臭的中间产物,影响地区的卫生状况。通气性好的土壤渗水性也好,容易保持干燥;粘土、泥炭土等渗水性差的土壤,不适于作居住用地。

土壤的容水量是指地表水通过土壤过滤后,滞留在土壤中的水量,与土壤粒子大小和土壤孔隙总容积有关。容水量大的土壤通气不良,在上面建筑的房屋容易潮湿。

土壤的毛细管作用也有重要的卫生学意义。土壤粒子和孔隙越小,毛细管作用越强,在这种土壤上建造房屋也易受潮湿。

土壤化学性状评价 土壤的地质化学成分来自成土母岩的风化。各地成土母岩形成的历史不同,化学成分各异。土壤的主要化学成分是氧、硅、铁、钙、镁、钠、钾等,并有少量氯、硫、碳、锰、氮、磷等。此外还有数十种的微量元素,如铜、钴、碘、氟、钼、锌、硒等,它们含量虽少,但都是人体生命活动必需的元素。人类饮用水和食物的化学成分受当地土壤地质化学成分影响极大,而土壤中的地质

表1 土壤卫生性状的综合评价指标

土壤污染等级	蛔虫卵数(kg土壤)	蝇蛆及蝇蛹数($0.25m^2$土壤)	大肠菌值(g土壤)	产气荚膜杆菌值(g土壤)	卫生数	有害化学物质浓度	放射性物质水平	致癌物质含量[苯并(a)芘($\mu g/kg$土壤)]
清洁	0	0	1.0	0.1	0.98	在土壤最高容许浓度范围内	自然本底水平	<5
轻污染	<10	1—10	1.0—0.01	0.1—0.001	0.85—0.98	超过土壤最高容许浓度1—10倍	超过本底1.5倍	5—10
污染	11—100	10—100	0.01—0.001	0.001—0.0001	0.7—0.85	超过土壤最高容许浓度10—100倍	超过本底2倍	10—30
重污染	>100	>100	<0.001	<0.0001	<0.7	超过土壤最高容许浓度100倍以上	超过本底3倍	>30

化学元素可因地势、地貌和气象条件的作用发生迁移，如高地易受雨雪水的冲刷使某些元素流失，低地则易使某些元素富集。目前已知一些地区土壤中由于某些化学元素过多、缺乏或比例失调而引起的疾病有数十种，因此土壤的地质化学组成对居民健康有重大关系。

土壤受到生活垃圾、粪便、污水和工业"三废"、化肥及农药等污染时，可使土壤的化学性状恶化。可根据"卫生数"以评价含氮有机物对土壤污染和自净的过程。"卫生数"是指土壤蛋白氮与未分解有机氮的比值。此外，还可用土壤的氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氯化物等指标评价土壤的清洁程度。必须对这些指标作动态观察，或与未污染的对照点进行对比。对土壤空气化学组成(CO_2、O_2、CH_4)的测定可间接推断土壤有机物的自净过程。土壤中放射性物质及致癌物的性状，也可作相应的卫生评价(表1)。

土壤化学物污染对人体健康的影响，可根据土壤中该化学物的最高容许浓度进行比较评价。但由于化学物质种类很多，在无土壤卫生标准可资参考时，可测定土壤、土壤水及生长植物中的化学物含量，与土壤天然本底值或水、植物中现有的最高容许值作分别比较。或按表2作分级评价。

表2 土壤中有害物质危险性分级

指标	级别*		
	I	II	III
大鼠经口毒理实验(LD_{50}mg/kg)	<200	200—1 000	>1 000
在土壤中的稳定性(月)	>12	6—12	<6
迁移至植物残留时间(月)	3	1—3	1
影响食用价值	+	+	—
影响土壤一般卫生状况	+	+	—

* I级：危险性大；II级：危险性中等；III级：危险性小

土壤生物学性状评价 卫生细菌学指标，常采用大肠杆菌值和产气荚膜杆菌值。大肠杆菌值、产气荚膜杆菌值是指发现一个细菌的最小土壤量(克数)，两者均可用以表示土壤中有无肠道病原菌存在的可能性，但数值不同。卫生寄生虫学指标包括虫卵数和虫卵的存活情况。上述指标在流行病学上均有实际意义。

卫生昆虫学指标：包括苍蝇的幼虫和蛹的数目。土壤是苍蝇幼虫和蛹的发育场所，因此，根据土壤中的幼虫和蛹的数目也可判定土壤的卫生状况。

藻类与土壤的卫生状况也有密切关系。土壤被有机垃圾污染的程度不同，其生长藻类的种类也不同，严重污染的土壤多为蓝藻类，中等污染时多为绿藻类，轻度污染时多为硅藻类，而对照的未污染土壤则多为黄藻类，因此可用来判定土壤被有机垃圾污染的情况。对居民区土壤污染状况进行综合评价时，可参考表1。

微小气候评价

微小气候是指小范围区域内的气候或建筑物内的气候，包括空气温度、湿度、风速和辐射等因素。这些因素同时存在并综合作用于人体；微小气候评价(microclimate assessment)是指各种因素对人体单独或综合作用影响的评价。

微小气候各要素

空气温度 空气温度对人体热平衡有重要影响。气温升高时，皮肤毛细血管扩张，皮肤温度上升，使通过辐射、传导、对流的散热量增加。随着气温上升，汗液分泌增多，蒸发散热逐渐成为主要的散热方式。气温32℃时出汗明显增加；气温33℃以上时，出汗是最主要的散热方式(蒸发散热)，据研究每蒸发1g水分可散热580 cal (2 424J)。同时，由于汗腺活动，汗液分泌增加可引起体内水盐损失，甚至引起水盐代谢障碍。高温还可使胃酸分泌减少，胰腺和肠腺活动受到抑制，胃的收缩次数和收缩波减弱，并使人的新陈代谢过程发生改变，肌肉活动能力下降，体力劳动时容易感到疲劳。气温降低时，通过中枢神经系统的调节，皮肤末梢毛细血管收缩，皮肤温度下降，使辐射、传导、对流散热减少。同时，人的食欲增加，甲状腺活动和内脏器官代谢增加。

相对湿度 高温时，人体主要依靠蒸发散热维持热平衡，如空气相对湿度高可妨碍汗液蒸发，使汗液呈大滴落下，不能起蒸发散热作用。在低温情况下，空气湿度高可加速机体散热，一方面体表散出的热很易被空气中的水蒸气所吸收，另一方面衣服在潮湿的环境中吸收水分后，导热性增高，散热增快，更使人感觉寒冷。温度比较适中时，空气相对湿度的变化对人体影响较小，如气温16—17℃，相对湿度改变50%，人体额部皮肤温度仅改变0.2℃。相对湿度过低可引起皮肤、口腔、鼻腔以至气管粘膜开裂出血。

风速 气流促使人体散热。夏季适当的风速使人体感觉舒适，但如空气温度高于人体皮肤温度，空气的流动固然可以带走一部分热量，但热气流流经人体表面又可使人体从外界环境吸热。冬季冷空气流动使人体散热加快，衣服透风性增高，容易感到寒冷，在低温高湿的环境中更是如此。

辐射 辐射不受空气介质影响，从温度较高的物体向温度较低的物体散出辐射热直至两物体的温度相等为止。太阳辐射和人体与周围环境之间通过辐射可形成热交换。辐射量与温度的4次方成正比，并和参与辐射的体表面积有关。当周壁温度比人体皮肤温度高时，热流从周壁向人体辐射，使人体受热，称为正辐射。当周壁温度低于皮肤温度时，热流从人体向周壁辐射，称为负辐射。人体对负辐射的反射性调节不敏感，在寒冷季节容易因负辐射而丧失大量热量，使人受凉。

微小气候综合评价 微小气候各种因素的不同组合，可使人体的散热方式发生改变，影响热平衡。因此，必须采用综合指标进行评价。综合评价指标可分为四类：

（1）根据环境物理因素制订的，如湿球温度、黑球温度等。湿球温度表示气温和湿度综合作用的结果。这类指标简单易行，但没有考虑到人体的反应。目前已较少单独使用，常作为其他综合指标的组成成分。

（2）根据主观感觉结合环境中物理因素测定而制订的，如有效温度、校正有效温度、逗留当量温度和风冷力等。

（3）根据生理反应结合环境中温热因素而制订的，如湿黑球温度，预计四小时出汗率等。

（4）根据机体与环境之间热交换的情况而制订的，如热强度指数、热应激指数等。

有效温度与校正有效温度 以气流静止不动（风速为零），相对湿度为100%的条件下的空气温度作为使人产生某种温热感的有效温度，用以代表不同风速、相对湿度和气温下使人产生相同的温热感觉的环境。例如在气温22.4℃、相对湿度70%、风速0.5m/s和气温25℃、相对湿度20%、风速2.5m/s的环境中，人的温热感觉和气温17.7℃、相对湿度100%、风速0m/s的环境中相同。也就是说，这些环境的有效温度都是17.7℃。不同干湿球温度和风速时的有效温度可查图1。

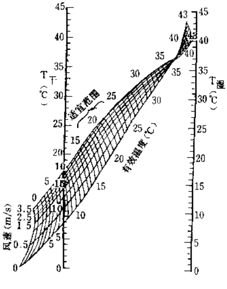


图1 有效温度图

如将黑球温度代替上述空气温度（干球温度），所得即为校正有效温度。校正有效温度考虑到了辐射的影响。

有效温度是根据受试者进入不同气温、不同相对湿度、不同风速的房间后立即产生的温热感觉制订的。实践结果表明：在某种微小气候下停留片刻和逗留较长时间，人的温热感觉不同，因此有效温度不能反映逗留较长时间后人的温热感觉。在低温条件下有效温度过分强调了湿度的影响，而在高温条件下对湿度的影响又估计不足。在风速0.5—1.5m/s的条件下有效温度偏高。在高温高湿的环境中，有效温度对风速变化的影响反应迟钝。在低温时又高估了风的作用。有效温度虽然有上述缺点，但使用方便，在一定范围内能反映微小气候各项因素对人体温热感觉的综合作用，因此目前仍较广泛采用。

逗留当量温度 逗留当量温度与有效温度十分近似。其主要区别在于它是根据受试者在各种不同干、湿球温度和风速的房间内逗留半小时以上所产生的温热感觉而制订的，得出的数值也相当于相对湿度100%空气静止条件下的温度。逗留当量温度可查图2。

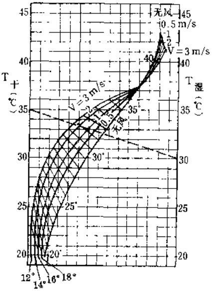


图2 逗留当量温度图（穿衣、轻工作）

风冷力 风冷力或风冷指数适用于户外寒冷环境，反映风速与空气温度对人体的综合影响。风冷力即皮肤温度33℃对人体体表单位面积的散热量。

风冷力

$$=(\sqrt{100v}+10.45-v)\cdot(33-t)\times60\times4.18\text{kJ/m}^2\cdot\text{h}$$

式中：v为风速（m/s）；

t为空气温度（℃）。

风冷力2 500kJ/(m^2·h)时，人感觉很凉；3 340kJ/(m^2·h)时，感觉冷；4 180kJ/(m^2·h)时，感觉很冷；5 020kJ/(m^2·h)时，为极度严寒；5 850kJ/(m^2·h)时，可使裸露的皮肤冻伤；8 360kJ/(m^2·h)时，裸露的皮肤在1min内即可冻伤；9 610kJ/(m^2·h)时，皮肤在半分钟内冻伤。

湿黑球温度 湿黑球温度适用于户外炎热环境。考虑到直射太阳辐射的影响，如果用普通干湿球温度计和黑球温度计进行测定，则：

$$\text{湿黑球温度}=0.7t_{湿}+0.2t_{黑}+0.1t_{干}$$

式中：$t_{湿}$为湿球温度(℃)；

$t_{黑}$为黑球温度(℃)；

$t_{干}$为干球温度(℃)。

如果用通风干湿球温度计和黑球温度计进行测定：

湿黑球温度$=0.7t_{湿}+0.3t_{黑}$

湿黑球温度简单、易测、易算，目前国外在户外训练中应用较广。对于尚未适应炎热气候环境的人，户外活动时以湿黑球温度29.4℃为上限；对于已适应亚热带或热带环境的人，则以湿黑球温度31.1℃为上限。外界环境微小气候超出上述湿黑球温度上限时，应暂时停止户外活动，以防发生中暑。

预计四小时出汗率 预计四小时出汗率综合空气温度、湿度、辐射、风速、衣着、工作强度等因素，为4h中的预计出汗量L。以4h为单元是因为考虑到工作班次、用膳等情况。适用于室内热环境和户外有遮荫处(但不适用于太阳直接照射的环境)，在空气干球温度、黑球温度不超过55℃、湿球温度不超过37℃、风速不超过2.5m/s时使用。

热强度指数 热强度指数是人体为了保持热平衡所需的蒸发散热量与最大可能蒸发散热量之比的百分数值。假设皮肤温度35℃、体表面积1.86m²，根据人体与外环境的热交换情况分析而制订，不计通过呼吸所进行的热交换。热强度指数100，意味着为达到热平衡所需的蒸发热量等于最大可能蒸发散热量。热强度指数超过100，表明人体不能保持热平衡，皮肤温度超过35℃。

热应激指数 热应激指数为使人体保持热平衡所需的出汗率。皮肤温度假设为35℃，体表面积1.8m²，先算出为保持热平衡所需的蒸发散热量($E_{需}$)和最大可能蒸发散热量(E_{max})，然后根据两者之比求得出汗效率(η)。为保持热平衡所需的出汗率($E_{需}/\eta$)称为热应激指数。热应激措数愈大，表示所需出汗率愈高，人体对热环境的生理反应也愈困难。

环境影响评价

环境影响评价(environmental impact assessment)是对拟建的一个工程建设项目，就其选址、设计、施工以及建成投产后可能对周围环境产生的影响进行预测和评价。各项经济开发和建设项目，都会在不同程度上影响环境质量。环境影响评价是从环境保护的角度出发，对开发建设项目的各个选址和设计方案可能产生的各种环境影响，加以分析、比较，以便为项目的合理选址和布局、防止污染和其他公害，以及将环境影响减低到最少限度提供科学依据。

几年来，中国对一些大中型工程建设项目开展环境影响评价的实践证明，环境影响评价在预测建设项目对环境影响的基础上，可要求建设单位和设计单位采取有效的环境保护措施，以消除或减轻建设项目对周围环境的污染和破坏。因此，环境影响评价是贯彻预防为主，从根本上防患于未然的一项重要而有效的环境管理手段。

环境影响评价适用于工业、交通、水利、农林、市政等对环境有影响的一切基本建设项目、技术改造项目和区域开发建设项目。环境影响评价通常由建设单位委托有关科研单位进行。这些单位必须经国家有关部门审查认为具备必要的专业技能和仪器设备，并能胜任此项工作。对环境影响较大的建设项目，应提出较全面和较深入的环境影响报告书；对环境影响较小的建设项目，有时可填写较简单的环境影响报告表。环境影响评价工作通常应在建设项目的可行性研究阶段完成。国家根据建设项目的规模和性质等条件，规定了相应的环境影响报告书(或表)的审批制度。

开展环境影响评价，首先应对建设项目的情况进行调查研究和深入的工程分析，包括建设项目的名称、性质和建设目的；建成或扩建后的规模；产品方案和主要生产工艺；主要原辅材料和燃料及其消耗量；水的用量和来源；废水、废气、废渣、粉尘、放射性废物等的种类、排放量和排放方式；噪声和震动数值；废弃物综合利用和污染物处理方案、设施和处理工艺；职工人数和生活区布局；占地面积和土地利用情况；发展规划等。特别重要的是工程分析中应把工艺流程排放的三废污染物、主要治理措施、环保设施装备水平及其先进可靠性作为重点。对污染源、污染物和数量必须调查清楚，因为这是整个评价的基础，基础数据应当准确可靠。

其次，必须对建设项目周围地区的环境状况进行调查，包括：建设项目的地理位置；建设地区的地形、地貌和地质情况；水文和气象情况；矿藏、森林、水产和野生动植物等自然资源情况；自然保护区、风景游览区、名胜古迹、温泉、疗养区以及重要政治文化设施情况；周围地区现有工矿企业分布和农业生产情况；周围地区的生活居住区分布情况和人口密度；地方病、自然疫源性疾病及居民健康状况；大气、水、土壤的环境质量现状等。

建设项目对环境的影响是多方面的。因此，全面的环境影响评价内容十分广泛，包括建设项目对大气、水、土壤和土地利用、生态、人体健康、噪声，以及社会、文化、经济等诸方面的影响。具体工作时，可根据建设项目的类别、规模、污染物种类、数量和排放方式以及周围环境特征等因素，确定评价重点，进行各项专题性研究。各专题评价应由熟悉各专业的技术人员承担，评价单位应对建设项目的环境影响作出客观的、科学的、公正的评价。卫生部门主要关心的是建设项目对周围环境质量引起的变化以及由此对人群健康可能产生的影响，这部分专题称为环境对健康影响评价。

为了预测和评价拟建项目对某单项环境因素可能产生的影响，一般需从收集建设项目周围地区与该项环境因素有关的基本资料和环境质量现状做起。如以建设项目对大气的影响评价为例，首先要收集与大气扩散有关

的各种气象资料，包括当地多年的风向频率、风速、温度、降水量、太阳辐射、大气稳定度、混合层高度、逆温出现频率和逆温层高度等资料，有时还需补充现场观测。还要通过专门测试和验证，以确定当地的大气扩散参数，选择合适的大气扩散计算模型。其次，要通过在建设项目周围地区布点和进行大气监测，收集周围地区的大气质量现状资料并作出大气质量评价。建设单位应提供建设项目建成投产后排放污染物的种类、数量和治理措施。然后，评价单位可根据当地的气象条件和大气扩散参数、污染物排放数量和排放高度，运用经检证后选定的大气扩散模式和参数计算预测项目投产后对周围地区大气可能产生的污染浓度及其发生频率。将建设项目可能产生的大气影响与大气质量现状综合起来考虑，即可对照国家有关标准作出评价。

预测对大气和地面水的影响，目前已有一些可用于定量计算的扩散模式。但对有些环境因素的影响，目前还较少可用于定量预测的手段，可考虑采取对已建成的同类型工程项目进行类比调查，或其他模拟实验等方法。

建设单位应对建设项目提出多个方案，以便通过环境影响评价比较各个方案在环境影响方面的利弊，论证和选择技术上可行，经济、布局上合理，对环境的有害影响较小的最佳方案，为领导部门决策提供科学依据。

评价单位在完成各专题评价的基础上，应编制各专题报告并汇总成环境影响报告书（或表）。环境影响报告书（或表）应包括下述基本内容：①建设项目概况（见前）。②建设项目周围地区的环境状况（见前）。③建设项目对周围地区环境影响的预测和评价，主要包括对地质、气象、水文、自然资源、名胜古迹、自然保护区等可能产生的影响，防范和减少这些影响的措施；各种污染物的最终排放量，及其对大气、水、土壤的环境质量的影响范围和程度；建设项目对人群健康的直接和间接、近期和远期影响等。④建设项目环境保护措施的效果和技术经济分析；环境影响经济损益简要分析。⑤结论，包括建设项目对环境质量的影响；项目的性质、规模、选址是否符合环境保护要求；所采取的环境保护措施在技术上是否可行，经济上是否合理。⑥存在的问题和建议。

根据建设项目的性质和特点，可在环境影响报告书中突出重点地说明建设项目的主要环境影响。编制环境影响报告书时，应从加强实用性和缩短编制周期考虑。

环境影响报告书（或表）应按国家规定程序报环境保护部门审查批准。

毒理学评价

毒理学评价（toxicological assessment）是通过毒理测试、临床观察和流行病学研究，对化学物质的潜在作用进行定性和定量鉴定，推断它在多大剂量及何种条件下可能对机体构成危害及探究危害作用的性质；估测在最大可能的控制条件下的危险度。目的在于寻求一定社会经济条件下社会"可承受"的危害度，并通过卫生立法手段，定出食品及药物中容许残留量和环境（包括水、土壤、空气）中的容许含量或浓度，以期最大限度地控制人群的接触水平，降低其可能产生的危险性程度。

评价范围 完整的毒理学评价应包括估测环境和人群可能受到的影响，综合这两方面的评价结果，权衡使用该化学物的利弊并对采取控制措施时进行费用效益分析，最后提出预防对策。评价范围涉及以下几个方面：

（1）理化特性：如溶点、沸点及挥发度等，这些理化参数均可影响毒物在环境中的存在形态和危害程度。

（2）使用方式及使用量：如制造、运输、使用情况、污染、残留和废弃物处理等，借此了解接触途径，可能达到剂量，以及对环境污染的范围和程度。

（3）环境浓度及转归：估测环境介质中的浓度及其降解、富集和残留情况，提出生态毒理学研究应涉及的内容。

（4）对机体影响：对新化学物质，主要通过生物测试，用以估测对人的作用，推导出人的安全接触水平。

（5）健康监护及随访：对已经投产或使用的化学物质，应同时运用流行病学研究方法，随访观察和分析接触者的健康状况，验证生物测试结果的可靠性。

（6）危险度评估并作出决策：估算实际接触条件下的危险度，提出容许使用的接触限量及不容许使用的理由。

毒理学测试内容及步骤 评价新化学物质对人类健康的影响，主要采用毒理学测试方法，通常是在不同生物种类不同染毒条件下进行。测试内容包括整体动物实验和体外试验。按测试深度，可分为以下几个步骤：

（1）急性毒性测试：通常测定大鼠及（或）小鼠的 LD_{50} 或 LC_{50}，借此取得受试物急性毒性的基本资料（包括急性毒性等级，见表，毒作用表现及大致的毒作用性质等），并提出是否需要作进一步毒性试验等。

化学物质的急性毒性分级

毒性分级	小鼠一次性 LD_{50} (mg/kg)	小鼠吸入染毒 2hLC_{50} (ppm)	兔经皮LD_{50} (mg/kg)
剧毒	<10	<50	<10
高毒	11—100	51—500	11—50
中等毒	101—1 000	501—5 000	51 -500
低毒	1 001—10 000	5 001—50 000	501—5 000
微毒	>10 000	>50 000	>5 000

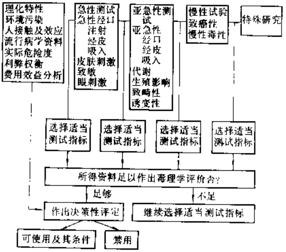
（2）亚急性毒性测试：通常作大鼠 90d 喂饲试验，探究毒作用的靶组织、靶器官及损害性质，寻求无明显作用剂量，确定剂量—效应（反应）曲线。如有必要，也可进行体内代谢及毒物动力学研究，了解毒物在体内的吸收、分

布、转化,与体内物质的相互作用,以及排出的规律等。

此外,毒物的生殖毒性及致突变性测试亦常作为毒理学评价内容,归类于亚急性毒性测试 ①生殖毒性测试:用以反映生殖毒性,可归纳为整体动物试验(如精子检查、显性致死试验、致畸试验及三代繁殖试验等),体外试验(如运用细胞、器官或胚胎组织的体外培养系统,观察毒物对发育组织或器官的影响)及人群流行病学观察。目前,广泛应用并被规定为毒理学鉴定"必须测定"的,为整体动物致畸试验。常在母动物受孕后的第六或第七天至第十四或十八天(即胚胎的器官形成期)给药,观察毒物对胚胎发育的影响,观察指标包括胚胎宫内吸收或死亡、发育迟缓及畸形等有关项目。②致突变性测试:化学物质所诱发的致突变性(又称为诱变作用),大致可分为两大类型:分子水平的突变又称为点突变或基因突变;染色体水平的突变,包括染色体结构或数目的改变。基因突变常运用原核及真核细胞系统,昆虫以及哺乳类动物。其中Ames所创建的组氨酸营养缺陷型沙门菌微粒体试验是使用最广泛的快速法。经此法检查的化合物已达3 000余种。近年,在方法学上和使用范围上均有新的发展。染色体突变常用的测试方法有:哺乳类动物细胞染色体畸变测试、微核试验和姐妹染色单体交换(SCE)等。

(3) 慢性毒性测试:一般认为90d喂饲试验已能反映毒物的"慢性毒性",故慢性试验常指染毒时间为1.5—2.0年,以至终生的长期试验,多用于对毒物致癌作用的研究。凡毒物的化学结构与已知致癌物相似,诱变试验多数呈阳性者,应考虑作整体动物的致癌性试验。

(4) 特殊研究:视毒物的毒作用性质及毒理学评价的要求而定,如对环境污染物的生态毒理学的研究等。



毒理学测试及决策性评定程序

毒理学测试指标的取舍、决定于:①毒物的毒作用特点。②各阶段测试结果。③人体接触反应资料;以及④所得资料是否已足以作出毒理学评价和决策(图)。

毒理评价的局限性 如图所示,全面的毒理学评价应包括人的流行病学调研、毒理学测试和某些特殊研究,并综合该三方面研究结果,作出综合评价和决策。其中,毒理学测试所占比重最大,尤其对新化学物的毒理学评价。无疑,毒理学测试是揭示化学物质对人的潜在危害,防止投入使用后造成严重社会祸害的重要手段,并已成为卫生立法及管理的重要依据。

但是,由于存在种属差异、实验方法及观察时间的不同,在如何解释毒理学测试结果,怎样把动物以至体外实验资料外推及人等方面,始终存在着不肯定性因素和明显的局限性。因此,应持慎重态度,至少应考虑以下几方面问题:

(1) 易感性差异:毒物对生物机体的作用,无论是一般毒性或遗传毒性效应,都存在种属和个体间差异。为了弥补这一缺陷,并从全面性考虑,通常把人视为最敏感种属,以最敏感动物实验所得"阈作用"或"无明显作用"剂量,除以一适当的数值(即"安全系数"),得出比实验所得"阈作用"或"无明显作用"剂量更小的剂量,作为人的安全接触限量。例如,在制定车间空气中毒物的最高容许浓度时,常以动物实验所得"慢性阈作用浓度",除以安全系数2—20而求得;食品中毒物的每日容许摄入量(ADI),常是动物90d喂饲试验所得"无明显作用"剂量的1/100。

(2) 从大剂量到小剂量推导:毒理学测试所选择剂量通常远远大于人实际接触的剂量,以期得到明显的靶器官效应,并节省动物数量。然而,大剂量作用可使毒物在体内的正常代谢途径趋于饱和,解毒机制超过负荷,从而出现在小剂量作用下不可能出现的效应,造成"从量变到质变"的效应差异。外推时应予考虑。

(3) 从小样本到大样本推导:各个种属存在个体差异,而人群的近亲婚配所造成的遗传学和优生学上的差异,无疑比动物更为明显。因此,从数量有限的动物实验所得结果,外推到数以亿万计的人群时,亦应考虑其间的不肯定性因素。

为尽可能缩小毒理学资料外推及人的差距,毒理学评价正趋向于:一方面加强毒物代谢比较动力学研究,以获得不同种属动物代谢特征对毒物毒性的影响;另一方面,加强人群流行病学调查研究,以期获得毒物对人群作用的直接资料,减少毒理学评价及外推过程的不肯定性因素。

儿童发育评价

儿童生长发育

儿童生长发育(child growth and development)包括体格、牙齿、骨骼三个部分。

体格生长发育 常用指标有:

体重 体重是营养和生长的基本指标，尤其在婴幼儿期，短暂的营养缺乏或疾病可引起体重下降，但恢复亦快。

出生体重平均为3kg，男孩较女孩约重200g。出生体重受母亲健康情况和宫内环境影响。出生1周内，由于胎粪和小便排出，以及母乳供应不足，出现生理性体重下降，约占出生体重的3%—9%，在出生后7—10d恢复至出生时体重。此后小儿体重保持稳定增加，可按公式计算:

出生6个月内体重(kg)

=出生体重(kg)+月龄×0.6

出生7—12个月体重(kg)

=出生体重(kg)+6×0.6+(月龄-6)×0.5

但实际体重增加不是绝对平均的，年龄愈小增加愈快。一般1岁时体重增加到出生时的3倍，2岁为4倍。2—10岁体重计算公式为:

体重(kg)=年龄(岁)×2+8

以后为青春发育阶段，不能再按此公式计算。

身高(长) 身高(长)受遗传影响较大，但长期营养不良和疾病也可使身长受影响。

出生身长平均50cm，身长增长也是先快后慢，6个月时为65—67cm，1岁时75cm，2岁为85cm。2岁后按公式计算:

身高(cm)=年龄×5+75cm

10岁后进入青春期，此公式不再适用。

一般女孩在17—19岁生长停止，男孩则再以很慢的速度增长到20岁。

坐高 由头顶至坐骨结节的长度。出生时占身长的66%，4岁时占身高60%，6—7岁小于60%。坐高的变化有助于内分泌疾病的诊断。

头围 反映颅骨和脑的生长，根据头围的增长可估计脑的生长率，它和智力有一定关系。并可作为营养性生长不良的一个指标，婴儿早期严重营养不良时头围增长减慢。

出生时头围34cm，6个月增长8cm，1岁时约为46cm，2岁时为48cm，5岁约50cm，已接近成人头围。如果出生时头围小于32cm，3岁后头围小于42—45cm则称为小头。

胸围 反映胸廓、胸背肌肉、皮下脂肪和肺的发育程度。出生时为32—33cm(较头围小1—2cm)。1岁后胸围超过头围，其差数(cm)等于小儿的岁数。

中上臂围 为营养性指标，它受年龄的影响较小，在出生6个月后如中上臂围小于13.5cm可作为营养不良的指标。

牙齿的发育 乳牙20个。4—10个月开始出牙，平均为6个月。2—2岁半出齐，2岁内乳牙总数为月龄减4—6。6岁时先出第一恒磨牙，6—7岁乳牙按长出的先后次序逐个脱落，代之以恒牙。12岁左右出第二恒磨牙，18岁出第三恒磨牙，恒牙共32个。出牙的次序、时间受遗传影响较大，但佝偻病、营养不良和呆小病使出牙延迟。乳牙的好坏受孕妇宫内营养影响，而恒牙则受出生后营养状况影响。

骨骼的发育 包括颅骨发育和脊柱发育两方面。

颅骨发育 前囟为额骨和顶骨形成的菱形间隙，出生时平均为1.5—2cm，但大小和形状变化较大，1到1岁半闭合。前囟早闭可能为小头畸形，过大可能是骨骼生长紊乱和维生素D缺乏性软骨病，后囟是两块顶骨和枕骨形成的三角间隙，在出生前或4—6个月时闭合。后囟过大达3—4cm或闭合过迟，可能为先天性甲状腺功能减退的体征。

脊柱发育 自出生到1岁脊柱的增长很快。新生儿的脊柱是直的，当小儿能抬头时(3个月)，脊柱出现颈部前凸，当会坐时出现胸部后凸，开始步行后则出现腰部前凸形成了脊柱的"S"形弯曲，以保持身体平衡。

观察一个小儿生长发育的最好方法，是随小儿年龄的增大，进行连续的定期的测量，以得到一个纵向的资料，只有这样才能正确地评价该小儿的生长情况，同时亦能及早发现异常情况并及早进行治疗。

儿童发育评价

儿童发育评价(growth assessment)是为了了解个体或集体儿童现阶段的发育和今后的发展趋势，是儿童青少年处在身心发育阶段研究其身心健康水平的方法之一，通过儿童少年的形态、动作、生理、心理等表现形式与标准进行比较以评价儿童发育。

生长发育评价包括发育水平、发育速度和匀称程度三个方面。由此而建立的常用评价方法有离差法、百分位数法，其次有匀称度评价、指数法和发育年龄评定法等。利用离差法和百分位数法中的标准曲线图又可评价发育速度。这些方法有简有繁，所说明的问题各有侧重，能否选择一个比较好的评价方法的关键，在于它能否满足所评价的目的和以下基本要求：

(1) 能正确地反映某个体或集体儿童当时的生长发育水平：只需把测量的资料与当地的发育标准进行比较，就能清楚地了解其发育是属于正常，还是可能属于异常，属于什么等级，发展趋势如何等等。评价结果不仅可为评价该地区儿童少年健康状况提供重要依据，且有助于了解生活条件(营养、体育锻炼等)对生长发育的综合影响。

(2) 能正确地反映儿童少年的生长发育速度：通过追踪记录某个儿童在1年内(或几年内，或整个生长发育期间)的发育速度并和标准水平进行比较，可以了解其发育是向上发展或向下发展的趋势。经过追踪观察时，可发现其发育速度是正常时才能正确评价其发展趋势。在青春发育阶段，发育速度是快的，若某个儿童发育速度不快，就可发现在发育上存在问题。对集体儿童也可将不同时期所测定的资料进行比较，以了解该集体儿童发育发展的趋势。

(3) 能确切表达个体儿童体格的匀称程度：即能把一些重要形态指标(如身高、体重、胸围)之间的比例关系表达出来，以说明该儿童的体型是属于高瘦型、矮胖型，还是匀称型。不同的体型对体育、舞蹈选材有重要参考价值，某些疾病也可从体型中表现出来。

(4) 评价方法应力求精确而简单易行：最好能采用直接测定数值而不需附加计算，以便推广使用，也可编制成图表，以便于查对。

应当指出，迄今为止还无任何一个方法能完全满足对个体和集体儿童的发育进行全面评价的要求。因此，在使用时一方面应结合评价目的选择适当的方法，另一方面还需将体检、生活环境条件、健康和疾病状况综合起来进行分析，才能作出比较全面而准确的评价，并给予适当的指导。

生长发育指标

生长发育指标(growth parameter)是依生长发育调查目的而决定有关人体的形态、生理、生化、心理等方面所选择的，并最能说明个体和群体生长发育状况的指标

生长发育形态指标 是指身体及其各部分在形态上可测出的各种量度(如长、宽、围度以及重量等)，根据一次横断面大数量调查所得参数，可制订出儿童少年的生长发育标准，用来评价当地个体或集体儿童少年生长发育的水平和速度。常用的和最重要的形态指标为身高和体重。此外，代表长度的还有坐高、手长、足长、上肢长、下肢长；代表宽度的有肩宽、骨盆宽、胸廓横径、胸廓前后径；代表围度的有头围、胸围、上臂围、大腿围、小腿围；代表营养状况的有皮褶厚度。

生长发育生理功能指标 是指身体各系统各器官在生理功能上可测出的各种量度，根据一次或多次测量所得参数，可了解外界环境对儿童少年生理发育方面的影响，也可借此判断体力和工作能力。反映骨胳肌肉系统的基本指标，有握力和背肌力；呼吸差和肺活量为呼吸系统的指标；脉搏和血压为心血管系统的基本指标；最大耗氧量为心血管和呼吸功能的综合指标。

生理功能指标的各个参数，除脉搏外，均随年龄的增加而上升。根据所得各年龄数据画出的曲线来看，握力、背肌力和肺活量等指标，男、女曲线无交叉现象，一直都是男大于女。而且年龄越大，差异也越大，最终形成男女成年时期功能上的显著差别。脉搏随着心脏发育日趋完善，其频率随年龄上升而下降。

儿童少年的生理功能发育与形态发育有所不同，后者的发育速度虽也有波浪式的表现，但比较稳定；而生理功能的发育变化更加迅速，受外界环境条件的影响更大，变化范围也越广。

生长发育体能指标 表示儿童少年体育能力(简称体能，体育界称为身体素质)的指标有：一分钟仰卧起坐(表示腰腹肌力量)、屈臂悬垂(表示克服自身体重的臂肌静止性力量耐力)、立定跳远(表示下肢爆发力)、斜身引体(表示上肢力量)、立位体前屈(表示柔韧性)、50m跑(表示速度)等等。

身体素质是指人体各器官系统的功能，通过肌肉运动所表现出来的基本活动能力。它主要包括力量、速度、耐力、灵敏和柔韧性等几个方面。身体素质的好坏，虽然与遗传关系密切，但与后天的营养和体育锻炼有着重要关系，身体素质水平的高低也是反映一个人体质强弱的标志之一。

一分钟仰卧起坐测试方法 受试者全身仰卧于垫上，两腿稍分开，屈膝形成直角，两手指交叉贴于脑后。另一同伴压住受试者两踝关节。起坐时，以两肘触及或超过两膝为完成一次。仰卧时，两肩胛必须触垫。记录一分钟内所完成的次数。到一分钟时，受试者虽已坐起，但两肘未触及或越过两膝时，该次不计数。

立定跳远测试方法 受试者两脚自然站立，站在起

跳线后，脚尖不得踩线。两脚原地同时起跳，不得有垫步或连跳动作。丈量起跳线后沿至最近着地点后沿的垂直距离。每人试跳3次，记录其中最好的一次成绩，以厘米为单位。

立位体前屈测试方法 受试者两脚尖分开约5—10cm，并与平台前沿横线齐平，脚跟并拢，两腿伸直，上体尽量前屈，两臂及手指伸直，两手并拢，用两手中指尖轻轻推动标尺上的游标下滑，直到不能继续下伸时为止。以反射镜显示的刻度读数，记录以厘米为单位，取小数点后一位。

屈臂悬垂测试方法 这项指标难度较大，适于男子。受试者站于凳上，两臂全屈反握单杠，两手与臂同宽，使其横杠位于下颌之下。然后双脚离开凳子，做静止用力的悬垂姿势，但下颌不得挂在杠上。当受试者双脚离凳时，测试人员开表计时，当头顶低于横杠上缘时停表，以秒为单位，不计小数。

斜身引体测试方法 这项指标难度较屈臂悬垂为小，适于低龄男子，如7—12岁。调节或选用适宜的低单杠，使杠面高于受试者胸部（乳头上下）齐平。受试者两手与肩同宽正握杠，两腿前伸，两臂与躯干成直角，两脚着地并有一同伴压住双脚，使身体斜下垂。然后屈臂引体，至下颌触到横杠为完成一次。屈臂引体时，身体要保持挺直，不得塌腰和挺腹。记录每分钟引体次数。

引体向上测试方法 这项指标难度类似屈臂悬垂，适合13岁以上男子。受试者起跳以双手正握高单杠或高横杠，两手与肩同宽呈直臂悬垂。静止后，两臂同时用力引体（身体不能有附加动作），上拉到下颌超过横杠上缘为完成一次。记录每分钟引体次数。

50米跑测试方法 受试者至少两人一组，用站立式起跑。当听到"跑"的口令后开始起跑。发令员在发出"跑"的口令同时要摆动发令旗。计时员视旗动开表计时，受试者胸部到达终点线的垂直面停表。记录以秒为单位，精确到小数点后一位。

生长发育标准

生长发育标准（growth standard）是评价个体或集体儿童少年生长发育状况的统一依据。一般通过一次大数量的（横剖面）发育调查，搜集某几项发育指标的测量数值，经过统计学处理，所获得的资料即作为该地区个体和集体儿童发育评价的标准。在生长发育中，常用指标有身高、体重、胸围、坐高、头围（5岁以内）、肩宽和盆宽等，其中最常用的是身高和体重。

一般说，生长发育标准都是相对的、暂时的，只能在一定地区和一定时间内使用。由于儿童少年的生长发育过程始终受到遗传和环境的影响，致使不同地区、不同种族的城市和农村儿童的发育水平均有一定的差异。生长发育标准可以间接地反映该地区卫生事业的状况及人群的平均营养水平；也有利于不同历史时期儿童生长发育水平的比较。由于近百年来世界上很多地区儿童均出现生长加速的趋势，每十年就有显著差异，因而发育标准应每五至十年修订一次。

制订生长发育标准的步骤包括资料的收集和统计处理。

资料收集 在收集资料的过程中应注意做到：①随机选择正常的、健康的、具有代表性的个体作为调查对象。为此，应对该地区儿童少年的健康情况、一般经济水平、生活情况以及他们的活动范围有一定了解。②决定调查人数时必须考虑到调查指标的稳定性和各年龄组儿童少年生长发育的速度。生长发育速度越快的年龄阶段分组应越细，如一般生后第一年至少应分四组，生后第二年及青春发育期每年至少分两组（注意男、女青春期出现时间不同），而其他各年龄阶段因增长速度减慢，可一年为一组。因为是制订标准，故要求人数较多，每个性别年龄组调查300人以上为好，一般不得低于200人。③年龄的计算方法必须强调统一，否则所得结果将难以作比较。④测量人员须经严格训练，做到方法统一，测量仪器准确，以保证测量结果的科学性。目前由于青春期生长突增的出现时间有较大个体差异，若将许多不同时间的突增期加在一起求平均值，所得曲线就会被削去尖峰，而使突增高峰表现得很不明显。因此在制订生长发育速度标准时，最好能把横剖面法与追踪研究方法（见"生长速度评价法"条）相结合。

统计处理 将大量测量资料按不同统计方法处理，一般可得以下几种标准：

均值及标准差 均值和标准差是最常用的评价标准，以此评价儿童少年的生长发育比单用一个均值更加细致。正常儿童少年的生长发育状况多呈正态分布，68.3%的儿童发育水平在均值±1个标准差范围内；95.4%的儿童在均值±2个标准差范围内；99.7%的儿童在均值±3个标准差范围内；离均值越远者越少。当某儿童发育指标的实测值与均值比较时，根据其在均值上下所处位置便能确切地评价儿童的发育等级。

中位数与百分位数 某些发育指标（如体重）的测量数据常呈偏态分布，因此，用中位数和百分位数法制订发育标准可不受数据分布状态的影响。在整组数据内位次居中的数值即中位数。而若把调查资料中全部数据按大小顺次排列，再把整组数据分为100份，每份即代表一个百分位。以符号P_x表示第x百分位数值。一般常用的有第3、第10、第25、第50、第75、第90、第97等百分位数。例如第3百分位数值即p_3，它意味着在理论上，全部观察值中有3%的观察值比它小，有97%的观察值比它大。

发育离差评价法

发育离差评价法（deviation method）是将个体儿童

的发育数值与作为发育标准的均值及标准差比较以评价个体儿童发育状况的方法。根据与该均值差异的大小和高低，评定该儿童发育是良好还是低下。

离差法有多种，但其原理基本相同。使用前，均必须根据大数量横断面调查的资料，用统计方法按性别、年龄组计算出各种指标的均值和标准差，即是该地区儿童少年的发育标准，然后用不同的方式进行比较。最常用的有：发育等级评价法（见“发育等级评价法”条）、曲线图法（见“发育曲线图评价法”条）、体型图法（见“发育体型图评价法”条）等。其中曲线图法和发育等级评价法等尚可作为儿童发育状况评价的群体指标。

发育等级评价法

发育等级评价法（development grade assessment）是最常用的离差评价法之一。它以均值（$\bar{x}$）为基准值，以其标准差（S）为离散距，制成生长发育评价标准。评价时将个体儿童各项发育指标的实测值与当地发育标准中同年龄、同性别相应指标的均值作比较，将其差数除以标准差，以获得超过或低于均值的标准差数，然后评定其等级。各国学者所分等级不同，中国采用的是五等级评价法（见表）。

等级评价法常用的指标是身高和体重。个体儿童的身高、体重数值在标准均值±2个标准差（即$\bar{x}\pm2S$）范围以内，均可视为正常，但在$\bar{x}\pm2$个标准差以外的也不能一概肯定为异常，需要定期连续观察多次，并结合体格检查作出结论。儿童体重时降时升，但如连续几个月下降者，则需作细致观察，特别在排除疾病因素后，需了解其营养状况。体重高于2个标准差者，可能是营养状况良好的表现，但也应警惕是否有肥胖症及其他疾病的可能，如经临床检查发现有局部水肿或全身浮肿，则应属病理现象。对身材特别矮小者，不能一律视为病态，即可能由家族遗传因素造成，或者是因出生时体重不足及后天生长缓慢所引起。这些情况尽管少见，仍须予以长期的动态观察，以决定其发育是好转还是趋于恶化，不宜轻易下结论。

五等级评价标准表

等级	标准
上等	$\bar{x}$+2S以上
中上等	$\bar{x}$+2S到$\bar{x}$+S
中等	$\bar{x}$±S
中下等	$\bar{x}$－S到$\bar{x}$－2S
下等	$\bar{x}$－2S以下

注：“$\bar{x}$”代表均值；“S”代表标准差

使用等级评价法还可以了解某些集体儿童的发育状况。例如可将一个班级或一个学校的测量资料和该地发育标准作对比，依次评定每个学生各项指标的发育等级，然后统计每项指标中各发育等级的人数及占集体总数的百分比。对评价集体儿童的营养水平、健康和发育状况有一定价值。

等级评价法的优点是方法简单、易掌握，经过等级评定可准确而直观地了解儿童发育是好是差；在集体儿童中也可看出不同发育水平的比例。但本方法只能对单项指标作评价，因而无法对个体儿童的发育匀称程度作出正确判断，同时也不便于对儿童少年的发育动态进行追踪观察。

发育曲线图评价法

发育曲线图评价法（growth curve assessment）是利用直观图示法以评价儿童发育状况的方法之一，其具体表示法有二：其一是根据离差法的原理，将当地不同性别各年龄组儿童少年某项发育指标的均值（均值±1个标准差和均值±2个标准差）分别标在坐标纸上连成5条曲线（图1）作为评价个体儿童发育的标准。另一种是根据百分位数法的原理，将发育标准中各百分位数标在坐标纸上，制成发育曲线图，作为评价儿童发育的标准（见“发育百分位数评价法”条）。

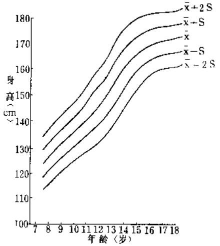


图1 上海市1985年男生身高发育标准曲线图
（据上海市1985年男生体质资料绘制）

用第一种方法评价时，只须将各个儿童的发育指标实测值分别按年龄标在曲线图上，就能根据它所处的位置确定其发育等级。作动态追踪观察时，可将某儿童在不同年龄时期中连续测量的数值分别标在图上并连成曲线，这样既能看出该儿童各个时期的发育水平，又能了解其发育速度的快慢和发育的趋势，从而判断其发育状态是在向好的方面转化还是趋于恶化。

用曲线图方法评价集体儿童的发育情况，也是比较简便易行的，用前先将该地区同年龄同性别发育标准的均值在坐标纸上绘成标准曲线图，再将所要评价的集体儿童各年龄组单项指标的均值在标准图上一一标明，绘成曲线，然后与标准曲线图进行比较即可(图 2)。

曲线图法在基层单位使用最广泛，其优点：①方法简便，所测数值均可直接点在图上，比较结果十分明确。②能较准确地说明儿童的发育水平是在哪个等级。③能对儿童某项指标的发育动态进行连续的追踪观察。④能将多个儿童的发育水平同时进行比较。但是曲线图法无法同时反映出几项发育指标之间的比例关系，即儿童发育的匀称程度。

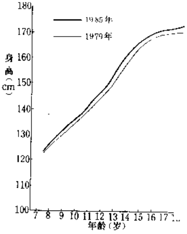


图 2 上海市 1979 年和 1985 年儿童少年身高均值比较(男)
(据上海市 1979 年和 1985 年体检资料绘制)

发育体型图评价法

发育体型图评价法(physical profile assessment)是离差评价法的一种，其基本原理与等级评价法、曲线图法等相同，也是将均值与标准差结合起来，对个体儿童少年的生长发育状况进行评价。所不同的是，每(岁)年龄组男女儿童各用一张图，每张图上同时列出几项指标(如身高、体重、胸围)的均值及±1 个、±2 个、±3 个标准差。将同年龄同性别的个体儿童的各项实测值，直接标在图上进行评价。此外，还可用体型图评价个体儿童发育的匀称程度，以身高值为中心，如体重、胸围均在身高的一个标准差范围内时，即可认为该儿童的发育是比较匀称的。

使用体型图对儿童个体发育进行评价时，只需找出与其年龄、性别相符的标准坐标图，先在其上覆盖一张透明纸或玻璃，再用钢笔把该儿童的身高、体重、胸围等发育指标的数值标记在透明纸上，然后把标点连成曲线，就绘出了该儿童的体型图。现将某地一名 7 岁女学生的各项数据(身高 130cm、体重 29.3kg、坐高 72.5cm和胸围 62.5cm)标记在相应标准坐标纸上绘成体型图(图 1)。从中得知，该女生的发育水平属中上等，体型匀称。结果登记后，便可将透明纸上的体型图曲线用湿布抹去，以备继续使用。

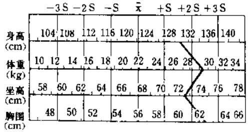


图 1 7 岁女学生体型图
(据五省、市生长发育协作组，1980)

用体型图也可对集体儿童的发育进行评价，即将该集体(按不同性别年龄分组)各项发育指标的实测均值作成体型图，与当地"标准"或其他集体儿童的体型图进行比较。

体型图的优点是能比较简便地评价每项指标的发育水平及各发育指标之间的关系。主要缺点是不便于作连续性的追踪评价，同时各个指标的数据之间没有经过相关回归处理，因而不能确切地反映其中的关联和匀称程度，尤其是对各年龄组中较高和较矮的儿童，评价匀称程度时就更不易达到准确。

Fels 针对体型图的上述缺点将该法作了修改，使对个体儿童进行发育评价时，既能综合评价多项发育指标，还能连续追踪观察其动态变化，经前后比较可看出该儿童的发育趋势，但这种Fels 综合评价法(Fels composite sheet)(图 2)和体型图同样只能较粗略地评价发育的匀称程度。

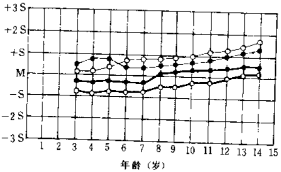


图 2 Fels 综合评价图

●- - -●身高　●——●胸围

○——○体重　○——○坐高

发育百分位数评价法

发育百分位数评价法(percentile assessment)是以发育资料中某指标(如身高、体重等)的第50百分位数为基准值,以其余百分位数为离散距,制成发育百分位数表,对个体或集体儿童的发育水平进行评价的一种方法。通常以第3、10、25、50、75、90、97等几个百分位数值划分发育等级,根据1985年全国儿童少年生长发育调查所用标准,其等级划分如表1:

表1 百分位数法的五等级标准表

	标准	等级
一级	10%以下	下等
二级	10%-25%	中下等
三级	25%—75%	中等
四级	75%-90%	中上等
五级	90%以上	上等

对个体儿童作发育评价时,只需将某项指标的实测值与当地发育标准中同年龄、同性别的相应指标作比较,根据其所处的百分位数确定发育水平。以上海市7—18岁男生身高百分位数评价标准为例(见表2),如果对一名身高120cm7岁男孩作发育评价时,可查表得知120cm在25%—70%范围之内,故该男孩身高发育属中等。

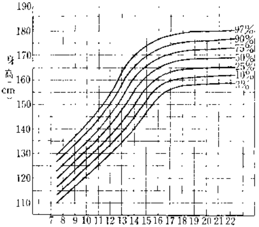
若个体儿童的实测值低于第3百分位或高于第97百分位,则应进行严密的定期追踪观察,并结合临床体检以排除其发育是否异常。如需对集体儿童进行评价,则可按上法将个体逐个作出评价,再统计各发育等级的人数及百分比,即可对不同集体或同一集体在不同时期的发育情况作比较。也可将上述百分数与标准中各等级所占的理论百分数进行比较评价。

表2 1985年上海市男生身高五等级百分位数表(cm)

年龄(岁)	下等 10%	中下等 25%	中等 50%	中上等 75%	上等 90%
7—	116.87	119.97	123.62	127.04	130.37
8—	122.21	125.27	128.85	132.88	136.05
9—	126.85	130.19	135.51	137.64	141.18
10—	130.96	134.41	138.29	142.58	145.57
11—	135.46	139.55	143.64	148.37	153.55
12—	140.18	144.04	148.35	154.46	159.93
13—	147.10	152.39	158.39	163.59	168 78
14—	154.84	159.73	164.64	169.47	173.64
15—	161.01	164.09	168.80	172.64	176.46
16—	163.40	167.07	171.24	174.77	177.95
17—	164.38	167.66	171.21	175.26	178.34
18—	165.75	168.54	172.30	176.28	180.06

由于这种方法是以百分位数值来划分发育等级,因而对正态或偏态分布的发育指标都能适用。它除了能准确地评价发育水平外,还因为在它的评价标准中直接提供了其发育水平所处的地位,因而具有明显的数字概念。其缺点是不能评价身体发育的匀称度。

如果要对发育动态进行追踪观察,只需把各个体儿童各个时期中某指标的实测值标在同性别相应指标的百分位数标准曲线图上(图),就能看出该儿童各个时期的发育水平。如进一步将相邻各点连成线,即可追踪观察该儿童的发育动态和趋势。百分位数曲线图不仅能作动态观察,还因其年龄划分是连续的,因而能更精确地评价发育水平。



城市男生身高发育评价图(百分位数法)
(据中国学生体质与健康研究.1985)

发育匀称度评价法

发育匀称度评价法(height weight balance assessment)是利用相关系数和回归表评价个体匀称度的方法。它以离差法为基础评价儿童少年的身高发育水平,同时利用回归表以评价身体发育的匀称程度,然后根据身高的等级和身体发育的匀称程度对身体发育作出综合性评价。

本方法的建立是先根据大数量的儿童测量资料算出均值和标准差以及相关系数,然后以身高为自变量,体重、胸围等为因变量制成回归方程式并算出回归标准差等数值,最后制定出包括各主要发育指标(如身高、体重、胸围)在内的回归评价表,每一性别年龄组各一张,以作为衡量本地区儿童少年发育状况的主要依据。评价时首先找到与被评价者年龄、性别相应的回归表,根据身高实测值确定身高发育水平的等级,再以被评价者体重和胸围的实测值与回归表中该身高组相应的估计体重值和估

计胸围值作比较，从而确定身体发育的匀称程度。应用公式如下：

$$R=\frac{y-\hat{y}}{S_{yx}}$$

表1 上海市8岁男孩身体发育回归表

身高(cm)		体重(kg)	胸围(cm)
下 等	112	17.72	54.76
$\bar{X}-2S$以下	113	18.11	55.01
	114	18.50	55.26
	115	18.89	55.51
	116	19.28	55.76
	117	19.68	56.01
中下等	118	20.07	56.26
$\bar{X}-(S-2S)$	119	20.45	56.50
	120	20.85	56.76
	121	21.24	57.01
	122	21.63	57.26
中 等	123	22.02	57.51
$\bar{X}\pm S$	124	22.41	57.76
	125	22.80	58.01
	126	23.19	58.26
	127	23.58	58.50
	128	23.98	58.75
	129	24.37	59.00
	130	24.76	59.25
	131	25.15	59.50
	132	25.54	59.75
上中等	133	25.93	60.00
$\bar{X}+(S-2S)$	134	26.32	60.25
	135	26.71	60.50
	136	27.10	60.75
	137	27.49	61.00
上 等	138	27.88	61.25
$\bar{X}+2S$以上	139	28.28	61.50
	140	28.67	61.75
	141	29.06	62.00
	142	29.45	62.25
	143	29.84	62.50
$\bar{X}=127.54$		$\bar{Y}=23.80$	$\bar{Z}=58.64$
$S_x=5.012$		$S_y=2.72$	$S_z=2.58$
		$r_{yx}=0.539$	$r_{zx}=0.485$
		$b_{yx}=0.3909$	$b_{zx}=0.2498$
		$S_{yx}=3.07$	$S_{zx}=2.27$
		$\hat{Y}-\bar{Y}=b_{yx}(x-\bar{x})$	$\hat{Z}-\bar{Z}=b_{zx}(x-\bar{x})$
		$\hat{Y}=0.3909x-26.06$	$\hat{Z}=0.2498x+26.78$

注：$\bar{x}$为身高均值；$\bar{y}$为体重均值；$\bar{z}$为胸围均值。S_x、S_y、S_z为标准差；r_{yx}、r_{zx}为相关系数；b_{yx}、b_{zx}为回归系数；S_{yx}、S_{zx}为回归标准差。$\hat{y}$、$\hat{z}$分别为与身高相应的估计体重、胸围值，x为实测之身高数值

式中R为匀称度，y为个体儿童体重(或胸围)实测值，$\hat{y}$则为按照回归方程式计算而得的估计体重(或胸围)值，S_{yx}为回归标准差。匀称度的划分标准为：

$-1<R<1$，匀称

$R\geq1$，不匀称，趋向粗壮

$R\leq-1$，不匀称，趋向细长

根据以上原则，发育匀称度的评价常有以下四种情况：①体重和胸围，均为$-1<R<1$，可评价为发育匀称。②体重或胸围均为$R\geq1$，或其中一项$R\geq1$，另一项$-1<R<1$，为粗壮型。③体重、胸围均为$R\leq-1$，或其中一项$R\leq-1$，另一项$-1<R<1$，则为细长型。④体重、胸围中一项$R\geq1$，另一项$R\leq1$，则根据大于(或小于)较多一项决定是粗壮型还是细长型。

例如根据上海市8岁男孩身体发育回归表(见表1)，可用于评价上海地区8岁男孩的身体发育水平和发育匀称度。

例：如果已知某男孩身高为128cm，体重23kg，胸围58cm，年龄8岁，则查表可知该男孩身高属于发育中等范围，估计体重应为23.98kg；而该男孩实际体重为23kg，小于估计体重0.98kg；估计胸围为58.75cm，该男孩实际胸围为58cm，小于估计胸围0.75cm；但体重对身高的回归标准差为3.07，胸围对身高的回归标准差为2.27。该男孩的体重和胸围与标准差间的差距都小于1个回归标准差。这样对该儿童的评价应是身高发育水平属于中等，各指标的发育是匀称的，具体计算步骤如下：

$$R_{体重}=\frac{y-\hat{y}}{S_{yx}}=\frac{23-23.98}{3.07}=-\frac{0.98}{3.07}=-0.3$$

$-1<-0.3<1$，匀称

$$R_{胸围}=\frac{z-\hat{z}}{S_{zx}}=\frac{58-58.75}{2.27}=-\frac{0.75}{2.27}=-0.3$$

$-1<-0.3<1$，匀称

又例如某8岁男孩，身高128cm，体重28.0kg，胸围60.0cm，查表可知该男孩身高属于中等水平：

$R_{体重}=\frac{28.0-23.98}{3.07}=1.3$；$1.3>1$，不匀称，趋向粗壮

$R_{胸围}=\frac{60.0-58.75}{2.27}=0.6$；$-1<0.6<1$，匀称

故该男孩应评价为身高中等，体型粗壮。

又例如某8岁男孩，身高128cm，体重20.0kg，胸围58.0cm。查表可知该男孩身高属于中等水平。

$R_{体重}=\frac{20.0-23.98}{3.07}=-1.3$；$-1.3<-1$，不匀称，趋向瘦长

$R_{胸围}=\frac{58.0-58.75}{2.27}=-0.3$；$-1<-0.3<1$，匀称

该男孩应评价为身高中等、体型细长。

在已知个体儿童发育水平和身体匀称程度的情况下，可根据身高发育的五个等级和身体匀称程度的三种类型对被检者的身体发育进行综合评价。评价标准如表2：

表2　五等级发育综合评价标准

评　价	条　　件
良好	1. 身高上等，体型粗壮 2. 身高上等，体型匀称
较好	1. 身高中上等，体型粗壮 2. 身高中上等，体型匀称 3. 身高中等，体型粗壮 4. 身高上等，体型细长
一般	1. 身高中等，体型匀称 2. 身高中下等，体型粗壮 3. 身高中下等，体型匀称 4. 身高中上等，体型细长
较差	1. 身高下等，体型粗壮 2. 身高下等，体型匀称 3. 身高中下等，体型细长 4. 身高中等，体型细长
落后	1. 身高下等，体型细长 2. 凡体重、胸围显著落后于相应身高(即R<2以下者)

据以上标准，前例8岁男孩身高128cm，体重23kg，胸围58cm，可评价为身高发育中等，体型匀称，可进一步综合评价为“发育一般”。

本法在制定标准表时比较复杂，但应用方便，且对匀称度的评价比较准确。主要缺点是无法对儿童的发育动态进行追踪观察。国内已有人研制动态匀称度评价发育图。

身体指数评价法

身体指数评价法(body build index method)是根据人体各部分之间的比例以及身体形态、生理功能、运动能力的相互关系，借助一定数学公式，将两项或两项以上的测试指标结合成某种指数，用以评价体型、营养状况或体力水平。指数大致有三类：

第一类为表示体型的，如

$\frac{胸围}{身高}$、$\frac{坐高}{身高}$、$\frac{骨盆宽}{肩宽}$；

第二类为表示营养状况的，如

$\frac{体重}{身高^2}$、$\frac{体重}{身高^3}\times10^7$、$\frac{\sqrt[3]{10}\times体重}{坐高}$；

第三类为表示体力水平的，如

$\frac{最大握力}{体重}$、$\frac{背肌力}{体重}$、$\frac{肺活量}{体重}$等。

(1) 身高体重指数$\left(\frac{体重}{身高}\right)$：又称Quetelet指数，它表示每1cm身高的体重，显示人体的充实程度，也反映机体营养状况，该指数的均值曲线随年龄增长而逐年增大，女生19岁，男生21岁以后趋于平稳；在同性别、同年龄情况下，该指数随身高的增长而逐渐增大。由于女生青春发育早于男生，男女生该指数均值曲线有两次交叉。城市儿童大于农村。

表1　日本Kaup指数标准值

月、年龄	男 $\bar{x}\pm S$	女 $\bar{x}\pm S$
3—8 个月	17.5±1.6	17.2±1.5
8－12 个月	17.3±1.5	16.9±1.5
12—16 个月	16.6±1.4	16.3±1.3
16—24 个月	16.3±1.4	16.0±1.3
2— 岁	16.0±1.3	15.7±1.3
3— 岁	15.6±1.2	15.4±1.3
4— 岁	15.3±1.2	15.1±1.3
5— 岁	15.1±1.2	15.1±1.3

据高碣弘，1970

(2) 身体质量指数$\left(\frac{体重}{身高^2}\right)$：又称体块指数(或Kaup指数)。此指数与皮脂厚度相关密切，是衡量营养状况和肥胖程度较好的指数。评价标准是：指数在10以下为消耗性疾病；10—13为营养失调；13—15为消瘦；15—19为正常；19—22为良好；>24为超重；>26为肥胖(表1)。

(3) Rohrer指数$\left(\frac{体重}{身高^3}\times10^7\right)$：用身高立方去除体重表示每1 cm^3体积之重量，它表示了肌肉、骨骼、内脏器官及组织的发育状态，可用于评价机体充实程度及营养状况。该指数均值曲线为“V”字型，7岁后随年龄增长而减少，女生11岁、男生13岁为最低点，以后随年龄增长而增大；男女于12岁有一次交叉，交叉前男生稍大于女生，交叉后女生明显大于男生，女生形成充盈而丰满的体态，体现了青春期后期男女不同的体态特征。此指数适用学龄以后各年龄，<92为甚瘦，92—109为瘦，140—156为肥胖，156以上为过度肥胖.

(4) 身高胸围指数$\left(\frac{胸围}{身高}\times100\right)$：反映胸廓发育状况，以说明人体的体型。该指数的平均值曲线在生长突增高峰时为最低点，突增高峰前为随年龄增长而下降，在突增高峰后随年龄增长而上升，成年时方趋稳定。

(5) 身高坐高指数$\left(\frac{坐高}{身高}\times100\right)$：通过坐高和身高

的比值，来反映人体躯干与下肢的比例关系，借以说明体型特点，可根据此指数的大小将个体的体型分为长躯型、中躯型、短躯型。该指数均值曲线为"V"字型，出生后至青春期前该指数一般随年龄增长而下降，以后则随年龄增长而上升，至成人后趋于稳定，表明突增期前身高的增长主要是下肢增长，突增期后身高的增长主要为躯干的增长。

(6) Pelidisi指数$\left(\frac{\sqrt[3]{10\times 体重}}{坐高}\times 100\right)$：利用坐高和体重的立方根之比值来判断个体儿童的营养状态，受性别、年龄及身高因素的影响较小，是一个较好的营养指数。

(7) 肩宽骨盆宽指数$\left(\frac{骨盆宽}{肩宽}\times 100\right)$：该指数均值曲线男女规律不同，男生该指数随年龄增长而下降(由7岁的73.8下降至18岁的71.7)，表示肩宽较女生相对地大，尤在青春期后，显示出男生阔肩、粗壮、魁梧体型。女生该指数随年龄增长而增大，表明女生盆宽较男生相对地大，尤在青春期后(由7岁的73.9上升至18岁的77.8)显示出女性体型臀部丰满。

表2 1985年上海市城市7—18岁学生各项身体指数第50百分数位范围值

指　　数	男	女
$\frac{体重}{身高}$	182.3—329.1	174.2—306.4
$\frac{体重}{身高^3}\times 10^7$	120.7—111.4	117.4—119.8
$\frac{胸围}{身高}\times 100$	47.5—48.8	46.0—48.6
$\frac{坐高}{身高}\times 100$	55.6—54.5	55.5—54.9
$\frac{\sqrt[3]{10\times 体重}}{坐高}\times 100$	89.9—89.5	89.4—91.0
$\frac{骨盆宽}{肩宽}\times 100$	73.0—70.7	73.1—77.6
$\frac{肺活量}{体重}$	62.2—71.4	61.9—56.7

(8) 肺活量指数$\left(\frac{肺活量}{体重}\right)$：由于肺活量和体重有一定相关关系，用单位体重的肺活量更能反映出肺活量的大小，该指数在青春期前，男女生都随年龄增长而上升，进入青春期后，男女增长趋势不同，男生随年龄增长该指数仍然增大，表明肺活量的增长速度相对地比体重快；女生在青春期后，该指数随年龄增长而减小，表明肺活量的增长速度相对地比体重慢。

(9) 握力指数$\left(\frac{最大握力}{体重}\right)$、背肌力指数$\left(\frac{背肌力}{体重}\right)$：由于肌肉力量发展与体重有一定关系，故用单位体重的握力及背肌力等作为指数来评价肌力将更具有可比性。

鉴于身体指数存在着显著的民族、城乡、性别、年龄和身高差异，在制订评价标准和实际应用中应该注意以下的问题：①不能忽视"身高"因素。如Rohrer指数常存在乡村大于城市的现象，但不能得出"乡村学生比城市学生体格营养状况好"的结论，可能是城市学生个子高而使指数偏小；另外对同性别、同年龄而身高不同的儿童，可能将身材高大而粗壮者和身材矮小而瘦弱者判断为普通的匀称状态。②指数有明显的民族差异。③由于各指数并非都呈正态分布，可计算出百分位数进行发育评价。

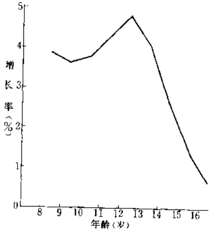
表2为上海市城市7—18岁学生(1985年)各项身体指数第50百分位数范围表。

生长速度评价法

生长速度(growth velocity)是指身体及其各部分在单位时间内增长的数值。通常选择使用一些能表示身体各部分长度、围度和重量等变化的形态指标以便能客观地说明儿童少年的生长快慢是否合乎规律。

反映生长速度的最基本指标是身高，通过定期对个体或集体儿童身高的重复测量，根据数值增长的多少，即能判断其生长的快慢。一般是把前后两个不同时期所测量的身高数值相减，再除以时间即得。常以年为单位时间进行计算。因个体在一年四季中的生长速度不一，故测量间隔不宜少于6个月。

由于不同年龄个体的基础身高不同，身高的增长值将受到身高基数的影响。身高基数不同的儿童，尽管增长值相同，意义却不一样，基数小的生长速度快。故须把年增加值除以身高基数得出年增加率，使绝对数化为相对数方能比较。年增加率的具体计算公式如下：



城市男生身高生长速度曲线图

$$V_t(\%)=\frac{H_{t+1}-H_t}{H_t}\times100\%$$

其中H_t为第一次身高测量值，即身高基数，H_{t+1}为第二次身高测量值(相隔1年以后)，两者相减得年增长值，再除以身高基数，即得年增加率，以百分数表示(图)。

除身高外，体重，胸围等发育指标的年增加率也可用此方法计算。

对儿童少年进行定期测量，不仅可评价其生长发育水平，而且可根据前后两次以上的测量资料计算出年增长值和年增加率，来判断其生长速度。尤其在青春发育开始时，可衡量他们出现生长突增的迟早及程度。

对于集体儿童，尚可通过横断面(一次)测量调查，根据各年龄组各发育指标的均值，计算其逐年增长值及年增加率，从而进行个体与集体、集体与集体之间比较而作出评价。

亦有应用生长速度评价法来观察历史年代变迁对生长发育的影响，例如上海市有抗日战争前1931年生长发育资料，有抗战将要胜利的1944年的资料，从1949年以后，于1955年开始至1985年，基本上每隔五年进行一次人体测量。从54年的生长发育历史资料，根据增长幅度大小，划分为四个阶段，每个阶段的状况反映当时的社会时代背景(见表)。

1944年因战争使上海市中小学生发育水平低于1931年，出现了历史上最低水平。抗战胜利后，特别是在50年代，社会开始稳定，经济有所发展，发育水平有了较明显的提高；60年代初，因国家遭受经济困难的影响，青少年发育又出现了迟缓阶段；1966－1976年经历十年动乱，生长速度减慢，1978年以后国家经济开始有了较快的发展，生长发育才沿着稳步的方向发展。

上海市中小学生各历史阶段生长发育情况表

阶段	发育	男		女	
		身高(cm)	体重(kg)	身高(cm)	体重(kg)
1931—1944年	低潮	－7.2	－3.45	5.7	－3.20
1944—1960年	加速	4.4	2.06	4.0	2.43
1960－1970年	缓慢	1.47	0.73	1.28	0.55
1970—1985年	稳定	2.02	1.32	1.60	0.79

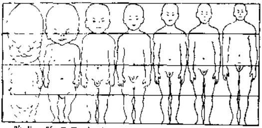
上海市学生体质、健康调查组，1987.2

发育年龄评价法

发育年龄(developmental age)又称生物年龄(biological age)，是指用身体某些发育指标(如形态、功能、性征等)的水平制成标准年龄，来评价个体儿童的发育情况。由于遗传与环境因素的影响，个体发育的速度和程度各不相同，同样健康的女孩，一个10岁就来月经，而另一个15岁仍未出现月经初潮。同年龄个体之间，身材的高矮、大小，功能的优劣，心理发育水平的高低，以及第二性征出现的早晚等方面，都存在着很大的个体差异。说明用时间年龄(实足年龄)难以准确地反映生长发育成熟程度。为此，各国学者推荐使用四种发育年龄来评价儿童青少年的生长发育状态，这四种评定方法是：①形态年龄(如身高年龄、体重年龄等)。②第二性征年龄。③牙齿年龄。④骨骼年龄。总称为发育年龄。

形态年龄 是用某项形态发育指标(如身高、体重等)所制成的标准年龄，来表示个体儿童的发育状况，如身高年龄、体重年龄等。其优点是用法简便，结果明确，如某个男孩的身高发育水平和"标准的"12岁男孩身高一样，即可认为该男孩的身高年龄是12岁。但由于身高只反映儿童全身发育的一个方面，而不少儿童尽管从出生到成熟都一直是高个子，但其整个发育过程中的其他方面(如骨骼的成熟程度等)却不一定都是高水平的。因此，这种评定方法是不完全的。

也有人使用不同年龄阶段身体各部比例关系(即体形)的变化来反映儿童的发育水平。如有人使用躯干体积/头体积、躯干长度/四肢长度两种指标表示体形年龄的变化。其理论依据是，出生时头部发育较早也较快，躯干、四肢次之，但是这两种比例都会随年龄的增长而变化。也有人使用数量来表达身体各部垂直高度随年龄增长的变化(图)。胎儿两个月时头部的长度已发展到全身长度的一半，躯干占全身的3/8稍弱，下肢只稍多于1/8；而到达成人时，头部仅占全身的1/8，而下肢却占全身长的1/2。这样比单用身体高矮更能反映当时的发育状况。



胎儿到成人身体发育比例图

第二性征年龄 是用第二性征发育指标所制成的标准年龄，来反映个体儿童的发育状况。女孩最常用的性征发育指标有乳房、阴毛、腋毛、骨盆宽和女性体态等，男孩则有腋毛、阴毛、喉结、变声、胡须、肩宽和男性体态等。可按各性征指标从开始发育到完全成熟之间不同的发育程度划分成不同的发育阶段，分别代表不同的发育水平。有人采用性征指数的方法以综合评价第二性征的发育状况。办法是，对男女孩的阴毛、腋毛以及女孩的乳房发育这类指标，按其发育阶段给分(如对乳房发育的Ⅰ、Ⅱ、

Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ度分别给以0、1、2、3、4分)；对男孩的胡须、变声、喉结等则分别按有无计0分或1分，然后累计总分，进行评价。在选择指标时，需注意其代表性，男女孩完全成熟时的总分也应一致。这种综合指标有利于和其他发育指标作比较和进行多元回归分析，也有助于对青春期发育的进程进行较全面的评价。

性征年龄评定法的使用只限于青春期(一般为10—20岁阶段)，个别早熟女孩的乳房发育可早至8岁。

牙齿年龄 简称齿龄，是按儿童牙齿发育顺序所制订的标准年龄，用以反映个体儿童的发育(尤其是骨胳发育)状况。其评定方法有二：一种是用儿童牙齿萌出的数量和质量来表达发育年龄；另一种是用X线摄片的方法进行观察，可包括从第一个牙齿开始钙化到最后一个牙齿钙化完成的全部发育过程。乳牙与恒牙的发育程序如下表。

牙齿发育程序表

乳牙	钙化		出牙		落牙	
	开始	完成	上颌牙	下颌牙	上颌牙	下颌牙
中切牙	第5胎月	18—24月	6—8月	5—7月	7—8岁	6—7岁
侧切牙	第5胎月	18—24月	8—11月	7—10月	8—9岁	7—8岁
尖牙	第6胎月	30—36月	16—20月	16 20月	11—12岁	9—11岁
第一磨牙	第5胎月	24—30月	10—16月	10—16月	10—11岁	10—12岁
第二磨牙	第6胎月	36月	20—30月	20—30月	10—12岁	11—13岁

恒牙	钙化		出牙	
	开始	完成	上颌牙	下颌牙
中切牙	3—4月	9—10岁	7—8岁	6—7岁
侧切牙	(上)10—12月 (下)3—4月	10—11岁	8—9岁	7—8岁
尖牙	4—5月	12—15岁	11—12岁	9—11岁
第一双尖牙	18—21月	12—13岁	10—11岁	10—12岁
第二双尖牙	24—30月	12—14岁	10—12岁	11—13岁
第一磨牙	出生时	9—10岁	6—7岁	6—7岁
第二磨牙	30—36月	14—16岁	12—13岁	12—13岁
第三磨牙	(上)7—9岁 (下)8—10岁	18—25岁	17—20岁	17—22岁

一般出生后6个月乳牙开始萌出，至2½岁时20个乳牙全部长全；直到6、7岁时才开始脱落。乳牙与其他发育指标不同，女孩并不早于男孩，有些调查结果甚至男早于女，但一般无男女差异。左右牙萌出也无差别，但上下颌牙却有不同，如中切牙、侧切牙都是下颌先萌出。乳牙脱落女早于男，下颌牙脱落均早于相应上颌牙。

恒牙在6岁左右开始萌出(故称六龄齿)，到12—13岁左右时除第三磨牙外28个恒牙全部萌出。和乳牙一样，左右牙萌出时间无差别，而上下牙有别。下切牙及尖牙较其相应上颌牙萌出早一年。性别差异明显，女早于男，如第一磨牙平均早2个月而尖牙早11个月。

乳牙发育明显受家庭社会经济状况及营养的影响。在富裕家庭成长的儿童，其萌出时间平均早3—4个月，乳牙之脱落时间也有同样差异。恒牙发育则受遗传因素影响大，同胞兄弟(或姐妹)及双生子的恒牙萌出时间非常相近。东非、南非儿童恒牙萌出早于美国儿童，但乳牙并非如此。

牙齿的萌出和脱落，标志着发育的不同阶段。例如乳牙在幼儿期全部萌出，入小学时正是切牙脱落年龄，小学毕业时全部乳牙脱落，恒牙则在入小学年龄开始萌出，小学毕业时已基本全部萌出，仅剩第三磨牙到18岁(入大学年龄)才萌出。因此可大致说明齿龄与智力发育年龄的关系。

根据牙齿萌出状况评价发育年龄比较粗糙。乳牙的萌出只能观察到3岁左右，恒牙萌出也只能在6—13岁期间观察，而第三恒磨牙的萌出要在18岁以后，因此用牙龄萌出方法确定的年龄很难连贯地说明个体的发育状况。只有用X线摄片观察的方法才能对整个儿童到成人的牙齿发育过程(从胎儿第五个月起切牙钙化，直到18—25岁第三恒磨牙钙化完成)进行全面观察，但实用价值不大，只能供科学研究之用。

骨胳年龄 简称骨龄，也是常用的发育年龄评定法之一(见"骨胳年龄评价法"条)。

骨胳年龄评价法

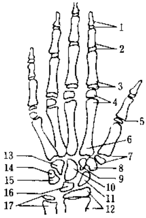
骨胳年龄(skeletal age)简称骨龄，是指骨胳发育的钙化成熟度。所有正常个体都可以达到相同的终点。它是反映个体发育水平和成熟度的比较精确的指标。

判断骨龄，主要是利用X线摄片。通过观察儿童身体某一部位(如手腕)骨胳的骨(钙)化情况，如各骨化中心的出现，骨块的发育(包括骨块大小、外形变化、关节面的出现等)以及骨骺和骨干的愈合过程。通过与标准骨龄比较，即可确知某个体儿童的骨龄。儿童生长发育有快有慢，骨胳发育也有前后，但总的骨化过程(包括每一个骨的变化顺序)却遵循着相同的规律，这就为利用X线片上的不同骨象判断骨胳钙化程度以确定骨龄提供了条件。

肩、肘、膝、踝、手腕、骨盆等部位均可用于确定骨龄。由于下肢足、膝部的骨化中心出生后出现较早，因此若估计一周岁以内儿童的骨龄则以足膝部为妥。股骨远端骨

化中心,出现在足月胎儿出生前 8—10 d,可作为胎儿成熟的指标。国外许多学者认为用左侧躯体(包括手、足、膝、腕、髋、肘、肩)的继发骨化中心总数来推测 5 岁以下儿童的骨龄较为有效。一般髂嵴骨化中心出现在女子月经初潮后 6 个月内,坐骨结节和肩峰骨化中心也多在此时出现。有些骨骼的发育与月经初潮有密切关系,例如拇指内侧的种籽骨出现前不会发生月经初潮,只有在该种籽骨出现后 10 个月至 2 年左右才有初潮出现。第二指骨末端子骺愈合则发生在月经初潮后(平均 8 个月左右),个别也有发生在月经初潮之前。因而可据此判断女性是否进入青春期。观察全身骨骼X线片作出全面估计虽较为理想,但既不方便又费人力物力,且X线放射剂量也较大,现已放弃使用,而代之以手腕部X线摄片表示骨龄(图)。主要观察尺、桡骨远端骨骺部分,腕骨(包括头骨、钩骨、三角骨、大多角骨、小多角骨、月骨、豆骨、舟状骨)8 个,掌骨 5 个,指骨 14 个,共计 27 个骨化中心。其优点是在较小的部位集中了多量的圆骨、长骨、短骨,集中反映了全身各类骨骼的生长及成熟情况,而且摄片方法简便,X线对人体损害也最小。

制订骨龄标准的X线摄片时,习惯用左手,掌面向下和底片紧贴,中指轴与前臂轴成直线,手指稍分开,拇指和食指成 30°角。X线机球管中心线正对第三掌骨头,球片距离应固定。



手腕部X线片骨化中心和骨骺愈合示意图

1. 第 2 指骨远端干骺 2. 第 2 指骨中端干骺 3. 第 2 指骨近端干骺 4. 第 2 掌骨远端干骺 5. 拇指内侧种籽骨 6. 第 2 掌骨近端 7. 第 1 掌骨近端干骺 8. 大多角骨 9. 小多角骨 10. 头骨 11. 舟状骨 12. 桡骨远端干骺 13. 钩骨 14. 三角骨 15. 豆角 16. 月骨 17. 尺骨远端干骺

目前国际通用确定骨龄的方法有三种:

(1) 观察或计算各年龄手腕部骨化中心出现和骨骺愈合的数目,与当地各年龄的标准值进行比较。此法较简便,但只能粗略地确定受检者的骨龄。

(2) 标准骨龄图谱法:图谱中男女孩各有一套标准,使用时只须将未知骨龄X线片与图谱一一比较,找出发育程度最相近的图谱片,即可根据该片所代表的年龄确知骨龄。

(3) 计分方法:在标准骨龄图谱法的基础上,又对每块单个的手腕骨设计了骨龄。即对每个标准手腕骨的不同发育阶段给分,把所有骨骼的分数加起来就得到该年龄手腕骨的标准总分。TW计分法正是以此方法为基础修改而成的。它将生物现象转化成以数字方式表示的骨龄,适用于对个体的发育速度进行比较,减少了只用图谱法进行比较中的主观成分,因而获得了比标准骨龄图谱法更为广泛的应用。

中国骨龄的研究最早始于梁铎(1937 年),他对手腕骨化中心的出现进行了观察。50—60 年代先后有人观察并制订了中国人骨骼发育的标准及骨化中心出现和骨骺愈合年龄表(见表)。1979 年李果珍运用统计学原理,确立了 10 个骨指征,制订了中国人的骨龄百分计数法标准,各骨指征均有自己的发育分期及相应分数(完全成熟时其总分为 100 分)。计分原则与TW计分法类似。

手腕部骨化中心出现与骨骺愈合年龄表

部位	项目	骨骺出现和愈合年龄	
		男	女
尺桡骨远端	桡骨远端骨骺出现	7 月—8 岁	7 月—3 岁
	桡骨远端骨骺愈合	17—20 岁	17—20 岁
	尺骨远端骨骺出现	6—11 岁	7—8 岁
	尺骨远端骨骺愈合	18—20 岁	16—20 岁
腕骨	头骨出现	初生—1 岁	初生—1 岁
	钩骨出现	初生—1 岁	初生—1 岁
	三角骨出现	2—6 岁	2—4 岁
	月骨出现	3—7 岁	2—5 岁
	舟状骨出现	5—7 岁	4—5 岁
	大多角骨出现	4—7 岁	3—5 岁
	小多角骨出现	4—10 岁	3—5 岁
	豆骨出现	10—16 岁	9—14 岁
掌指骨	掌指骨近端骨骺出现	1—7 岁	7 月—3 岁
	掌指骨近端骨骺愈合	15—20 岁	14—16 岁
	掌指骨远端骨骺出现	1—6 岁	7 月—2 岁
	掌指骨远端骨骺愈合	15—20 岁	14—16 岁

据顾光宁等,1962

上海、辽宁、山西、北京等地的儿少卫生工作者用上述各种方法对中国青少年的青春期发育进行了观察发现:①同样时间年龄的女孩,其骨龄比男孩早2年。②月经初潮与骨龄的关系比其与时间年龄的关系更密切,也比其与身高、体重、第二性征的关系更密切。③由于骨龄与月经初潮存在密切关系,因而可用骨龄较准确地预测

月经初潮年龄。④骨龄有助于了解儿童身高发育潜力，对选拔运动员、演员等有重要参考价值。⑤骨龄在青春期内分泌疾病的诊断、鉴别诊断、治疗、随访工作中也有着重要作用。

身高预测

身高预测(prediction of height)是生长发育预测的一种，它是根据对人体的大量测量资料，结合儿童少年时期生长发育规律性，编制各种公式，用以估算出个体儿童少年在不同年龄阶段将达到的身高，或对其成年时身高进行估测。身高预测对体育、文艺部门的选材，内分泌疾病的疗效观察或减轻学生及其家长的疑虑(担心孩子长得太高或太矮)等方面，都有较大的实用价值。

在经济、卫生水平相同的情况下，身高之遗传度为0.75，就是说成人身高有75%取决于遗传，仅25%取决于环境(如营养、体育锻炼等等)。因此，身高的生长发育具有很大的稳定性，这为身高预测创造了良好条件。各种具体预测方法如下：

利用父母身高进行预测 一般认为，如果父母和子女生活在相同环境下，则父母高大，子女也高大，父母矮小，子女也矮小。子女的成人时身高可用下列公式计算：

$$\text{儿子成人时身高(cm)}=\frac{\text{父身高}+\text{母身高}}{2}\times 1.08$$

$$\text{女儿成人时身高(cm)}=\frac{\text{父身高}\times 0.923+\text{母身高}}{2}$$

父母平均身高较高的儿童在各年龄时身高大都明显高于父母平均身高较矮者。

利用儿童当时的年龄和身高进行预测 通过大数量调查及统计分析，可将各年龄身高资料编制成表，根据儿童当时年龄和身高实测值，利用下列公式可推算其成人时身高(其预测误差一般不超过3 cm)：

$$H_m=A+(B\times C)$$

式内H_m为儿童成人时身高，A为常数，而B为相应系数，C为当时年龄的身高。如某男童2.5岁时身高(C)为100 cm，查表1得相应A、B值各为86.90 cm和1.02，则其成人身高为：

$$H_m=86.90+(1.02\times 100)=188.9\ \text{cm}$$

有学者认为，对女孩成年时身高进行预测时，应考虑其月经初潮年龄，才能进一步提高预测之准确性。因月经初潮较早的女孩往往属于早熟类型，虽然当时身高明显高于同年龄晚熟者，但并不表明其成年时身高也比晚熟者高，相当多的人反而要低一些。故可采用以下公式：

$$H_m=30.09-1.58\times A_i+0.983\times H_i$$

式中H_m为女孩成年时身高，A_i为月经初潮年龄(岁)，H_i为月经初潮时身高(cm)。例如，某女孩11岁月经初潮，当时身高为160 cm，其成年时身高应为：

$$H_m=30.09-1.58\times 11+0.983\times 160=170\ \text{cm}$$

其估计误差为1.9 cm，故该女孩预测成人时身高估计范围为170±1.9 cm。

表1 预测身高表(cm)

年龄	男		女	
	A	B	A	B
2.5	86.90	1.02	99.75	0.75
3.5	76.76	1.02	86.71	0.81
4.5	76.00	0.97	73.04	0.88
5.5	75.44	0.91	52.22	1.01
6.5	73.09	0.88	50.09	0.97
7.5	71.85	0.85	51.68	0.91
8.5	70.89	0.82	54.57	0.85
9.5	71.86	0.78	68.63	0.71
10.5	71.87	0.75	90.89	0.52
11.5	75.38	0.70	87.94	0.52
12.5	98.97	0.52	77.08	0.57
13.5	111.68	0.42	37.41	0.80
14.5	100.38	0.47	12.40	0.94
15.5	68.02	0.64	6.57	0.97
16.5	34.11	0.82	4.39	0.98
17.5	15.85	0.92	2.15	0.99
18.5	6.13	0.97	1.71	0.99
19.5	2.00	0.99	0.00	1.00
20.5	2.00	0.99	0.00	1.00

蔡俊五等，1980

利用足长进行预测 中国青少儿体质调查组根据1979年对11万余名城市7—25岁男女学生测试数据，研究出利用足长来预测儿童成年时身高的方法，并制订了相应的预测表(表2、3)。预测时先测量出受试者目前之足长，然后在表内找出与该足长相同(或最近似)的数值，再找出受试者年龄在表内之位置，两者相交处即为受试者成人时身高的预测值。如某8岁女孩足长19.2 cm，则预测该女孩成年时身高为162 cm。

表2 男子足长预测身高表(cm)

足长	7岁	8岁	9岁	10岁	11岁	12岁	13岁	14岁	15岁	16岁
17.0	157	152	146	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.2	159	154	147	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.4	160	155	149	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.6	162	157	151	145	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.8	164	159	153	147	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.0	166	161	154	148	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.2	168	163	156	150	145	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.4	170	164	158	152	147	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.6	172	166	159	153	148	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.8	173	168	161	155	150	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
19.0	175	170	163	157	151	145	⋮	⋮	⋮	⋮
19.2	177	171	165	158	153	147	⋮	⋮	⋮	⋮
19.4	179	173	166	160	155	148	⋮	⋮	⋮	⋮

续表

足长	7岁	8岁	9岁	10岁	11岁	12岁	13岁	14岁	15岁	16岁
19.6	181	175	168	162	156	150	⋮	⋮	⋮	⋮
19.8	183	177	170	163	158	151	146	⋮	⋮	⋮
20.0	184	179	171	165	159	153	147	⋮	⋮	⋮
20.2	186	180	173	166	161	155	149	⋮	⋮	⋮
20.4	188	182	175	168	163	156	150	145	⋮	⋮
20.6	190	184	177	170	164	158	151	146	⋮	⋮
20.8	192	186	178	171	166	159	153	148	145	⋮
21.0	194	188	180	173	167	161	154	149	146	145
21.2	195	189	182	175	169	162	156	151	148	146
21.4	197	191	183	176	171	164	157	152	149	148
21.6	199	193	185	178	172	165	159	154	150	149
21.8	201	195	187	180	174	167	160	155	152	151
22.0	203	196	189	181	175	168	162	156	153	152
22.2	205	198	190	183	177	170	163	158	155	153
22.4	……	200	192	185	179	171	165	159	157	155
22.6	……	202	194	186	180	173	166	161	157	156
22.8	……	204	195	188	182	174	168	162	159	157
23.0	……	205	197	190	183	176	169	163	160	159
23.2	……	……	199	191	185	177	171	165	162	160
23.4	……	……	201	193	187	179	172	166	163	162
23.6	……	……	202	194	188	181	174	168	164	163
23.8	……	……	204	196	190	182	175	169	166	165
24.0	……	……	206	198	191	184	176	171	167	166
24.2	……	……	……	199	193	185	178	172	169	167
24.4	……	……	……	201	195	187	179	173	170	169
24.6	……	……	……	203	196	188	181	175	171	170
24.8	……	……	……	204	198	190	182	176	173	171
25.0	……	……	……	206	199	191	184	178	174	173
25.2	……	……	……	……	201	193	185	179	175	174
25.4	……	……	……	……	202	194	187	181	177	175
25.6	……	……	……	……	204	196	188	182	178	177
25.8	……	……	……	……	206	197	190	183	180	178
26.0	……	……	……	……	……	199	191	185	181	180
26.2	……	……	……	……	……	200	193	186	182	181
26.4	……	……	……	……	……	202	194	188	184	182
26.6	……	……	……	……	……	203	196	189	185	184
26.8	……	……	……	……	……	205	197	190	187	185
27.0	……	……	……	……	……	……	199	192	188	186
27.2	……	……	……	……	……	……	200	193	189	188
27.4	……	……	……	……	……	……	201	195	191	189
27.6	……	……	……	……	……	……	203	196	192	191
27.8	……	……	……	……	……	……	204	198	194	192
28.0	……	……	……	……	……	……	206	199	195	193
28.2	……	……	……	……	……	……	……	200	196	195
28.4	……	……	……	……	……	……	……	202	198	196
28.6	……	……	……	……	……	……	……	203	199	198
28.8	……	……	……	……	……	……	……	205	201	199
29.0	……	……	……	……	……	……	……	……	202	200
29.2	……	……	……	……	……	……	……	……	203	202
29.4	……	……	……	……	……	……	……	……	205	203
29.6	……	……	……	……	……	……	……	……	……	204
29.8	……	……	……	……	……	……	……	……	……	206

据16省、市青少年体质调查，1979

表3 女子足长预测身高表(cm)

足长	7岁	8岁	9岁	10岁	11岁	12岁	13岁	14岁	15岁
17.2	151	145	140	134	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.4	153	147	141	136	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.6	155	149	143	137	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17.8	156	150	144	139	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18.0	158	152	146	140	136	⋮	⋮	⋮	⋮
18.2	160	154	148	142	137	⋮	⋮	⋮	⋮
18.4	162	156	149	143	139	⋮	⋮	⋮	⋮
18.6	163	157	151	145	140	135	⋮	⋮	⋮
18.8	165	159	152	147	142	137	⋮	⋮	⋮
19.0	167	161	154	148	143	138	136	⋮	⋮
19.2	169	162	156	150	145	139	137	136	⋮
19.4	170	164	157	151	146	141	138	137	136
19.6	172	166	159	153	148	142	140	139	137
19.8	174	167	161	154	149	144	141	140	139
20.0	176	169	162	156	151	145	143	141	140
20.2	177	171	164	157	152	147	144	143	142
20.4	179	172	165	159	154	148	146	141	143
20.6	181	174	167	161	155	150	147	146	144
20.8	183	176	169	162	157	151	148	147	146
21.0	184	178	170	164	158	153	150	148	147
21.2	186	179	172	165	160	154	151	150	149
21.4	188	181	174	167	161	155	153	151	150
21.6	190	183	175	168	163	157	154	153	151
21.8	191	184	177	170	164	158	155	154	153
22.0	193	186	178	171	166	160	157	156	154
22.2	195	188	180	173	167	161	158	157	156
22.4	……	189	182	175	169	163	160	158	157
22.6	……	191	183	176	170	164	161	160	158
22.8	……	193	185	178	172	166	163	161	160
23.0	……	194	187	179	173	167	164	163	161
23.2	……	196	188	181	175	168	165	164	163
23.4	……	……	190	182	176	170	167	165	164
23.6	……	……	191	184	178	171	168	167	165
23.8	……	……	193	185	179	173	170	168	167
24.0	……	……	195	187	181	174	171	170	168
24.2	……	……	……	189	182	176	173	171	170
24.4	……	……	……	190	184	177	174	172	171
24.6	……	……	……	192	185	179	175	174	172
24.8	……	……	……	193	187	180	177	175	174
25.0	……	……	……	195	188	182	178	177	175
25.2	……	……	……	……	190	183	180	178	177
25.4	……	……	……	……	191	184	181	180	178
25.6	……	……	……	……	193	186	183	181	179
25.8	……	……	……	……	194	187	184	182	181
26.0	……	……	……	……	196	189	185	184	182
26.2	……	……	……	……	……	190	187	185	184
26.4	……	……	……	……	……	192	188	187	185
26.6	……	……	……	……	……	193	190	188	186
26.8	……	……	……	……	……	195	191	189	188
27.0	……	……	……	……	……	……	193	191	189
27.2	……	……	……	……	……	……	194	192	191
27.4	……	……	……	……	……	……	195	194	192

据16省、市青少年体质调查，1979

利用骨龄进行预测 上海医科大学儿少卫生教研室利用1979年到1987年间儿童生长发育追踪资料(男625人次,女821人次),应用多因素分析方法,对影响身高的各种因素进行了逐步回归分析,发现性别、年龄、骨龄、父母身高和体重等对身高有影响,从而建立了预测成人身高的方程,制成男、女表(表4、表5)。设$\hat{y}$为预测成人身高估计值、时间年龄x_1、骨龄(按李果珍计分法)x_2、身高x_3、体重x_4、父身高x_5、母身高x_6,其系数分别为表中的a、b、c、d、e、f,常数g,其方程式如下:

$$\hat{y}=ax_1+bx_2+cx_3+dx_4+ex_5+fx_6+g$$

例如,某男生时间年龄为10.0岁,骨龄为10.5岁,当时身高为138.0 cm,体重为30.2 kg,父身高为172.0 cm,母身高为160 cm。得成年身高估计值$\hat{y}=(-4.79)\times10+(-0.75)\times10.5+(0.75)\times138-(0.18)\times30.2+(0.12)\times172+(0.24)\times160-61.94=174.1$ cm,即该男生的成年身高估计值为174.1 cm。运用残余SD来估计正确的范围为170.34—177.86 cm,即该男生今后成年身高大致在170.34—177.86 cm范围内。

表4 预测成人身高的偏回归系数表(男)

年龄组	a 时间年龄x_1	b 骨龄x_2	c 身高x_3	d 体重x_4	e 父身高x_5	f 母身高x_6	g 常数	残余SD	R
10	−4.79	0.75	0.75	0.18	0.12	0.24	61.94	1.88	0.911 0
11	−2.97	−0.39	0.40	0.06	0.27	0.12	85.15	2.42	0.768 3
12	−2.87	−0.38	0.31	−0.09	0.37	0.10	89.52	2.94	0.751 3
13	−1.30	−1.46	0.15	0.13	0.28	0.15	62.78	2.65	0.793 3
14	−3.70	−0.86	0.57	−0.02	0.25	0.07	93.25	2.82	0.860 9
15	−1.75	−0.49	0.63	0.02	0.13	0.04	71.83	2.36	0.852 5
16	−1.63	−0.39	0.18	0.31	0.36	0.03	91.47	3.06	0.893 1
17	0.66	0.13	0.89	0.04	0.04	0.05	−11.95	0.42	0.998 0

表5 预测成人身高的偏回归系数表(女)

年龄组	a 时间年龄x_1	b 骨龄x_2	c 身高x_3	d 体重x_4	e 父身高x_5	f 母身高x_6	g 常数	残余SD	R
10	−1.01	−1.64	0.55	−0.24	0.46	0.18	13.62	2.93	0.869 2
11	−0.50	−1.37	0.62	−0.25	0.27	0.09	42.76	3.42	0.702 7
12	−0.33	−2.33	0.62	0.01	0.01	0.14	85.74	2.68	0.780 0
13	−0.10	−1.54	0.82	−0.15	0.19	0.07	17.72	1.85	0.944 6
14	−0.21	−0.42	0.93	0.06	0.08	0.06	3.86	1.39	0.958 1
15	−1.31	0.51	0.95	−0.08	0.08	0.11	−5.88	1.21	0.977 3
16	1.30	0.06	1.00	−0.01	0.05	0.01	13.77	0.79	0.989 2
17	0.03	−0.13	0.94	0.02	0.03	0.05	7.04	0.95	0.985 6

月经初潮年龄预测

月经初潮年龄(age of menarche)预测是利用某些骨标志来预测女孩月经初潮年龄(是生长发育预测方法之一)。月经初潮是女性性成熟过程的重要表现,也是青春期发育的重要标志。月经初潮出现的年龄常与其体内骨骼的钙化程度密切相关。骨骼的全部钙化是机体完全成熟的重要标志之一。因此,根据骨骼的钙化程度即骨龄可以预测月经初潮年龄。

利用拇指内侧种籽骨的出现预测月经初潮 大量研究提示,手腕X线片上拇指内侧种籽骨阴影出现之前一般不会有月经初潮。而种籽骨阴影一旦出现,女孩将在10个月至2年内有初潮发生。上海医科大学儿少卫生教研室(1980)通过追踪观察发现,拇指内侧种籽骨出现与月经初潮发生之间有很高的相关性(相关系数r=0.9)。根据相关回归分析,提出如下预测公式:

$$\hat{Y}(岁)=2.730+0.845\,X(岁)$$

式中$\hat{Y}$为月经初潮发生年龄理论值,X为拇指内侧种籽骨出现年龄。

利用平均骨龄预测月经初潮 大多数女孩的月经初潮发生在骨龄13—14岁期间,初潮与骨龄的关系比其与时间年龄的关系密切得多。北京医科大学儿少卫生教研室追踪观察的68名女生全部是在12.6—14.2岁(骨龄)时开始月经初潮(当地初潮骨龄均值为13.5岁,标准差为0.29岁),其中80%发生在骨龄13—14岁期间;并对51名未发生月经初潮而骨龄接近初潮平均骨龄水平的女生进行了半年的追踪观察,同样表明,凡骨龄已达到当

地均值±2个标准差范围内的女生，大多数都在半年内有初潮发生。

利用骨龄预测女孩月经初潮年龄，对临床或科研工作均有实际意义。首先，有助于减轻部分女孩的心理负担，当她们发现自己年龄较大而同年龄女友均已有月经时，常怀疑自己是否不正常，此时只要通过手腕X线片确定其骨龄，就可判断其是否能在近期内有初潮发生，从而打消疑虑。其次，骨龄和月经初潮关系的研究还有助于综合评价个体或群体的营养状况及性成熟水平，以便有计划、有针对性地及早制订生活、教育及训练计划(如性教育、生理卫生课的安排)，它对了解儿童生长发育潜力及性成熟的趋势也很有帮助，并且有助于内分泌疾病的诊断、鉴别诊断及疗效观察。

儿童智能发育

儿童智能发育(child intelligence development)指个体有目的的行动、合理的思维，以及有效的适应其环境的综合性能力。

正常儿童的智能其个体是有差异的，但人类的智能基本上呈常态曲线分布。导致个体间智能差异的因素主要是遗传(多基因遗传)和环境因素，以童年教育与训练影响最大。

就整体而言，不存在男性智力高于女性或女性智力高于男性的情况，但是男女儿童在生理和心理方面都有许多不同之处，性别对于智力还是有影响的，其影响表现在两个方面。①两性之间智力分布的情况稍有差异。作为一个整体，女性的智力分布的离散程度较小，而男性智力分布的离散程度较大。②两性之间，一些与智力活动有关的心理过程具有不同的特征。女性的触觉、痛觉及听觉分辨能力比较敏锐，而男性则以视觉分辨及视觉一空间定位能力见长。女性的言语表达能力常略优于男性，表现在女孩开始学话时间常较男孩略早；女孩发音的清晰程度及对词汇的掌握方面常较同龄男孩略高；小学女生在拼音、写字及造句方面的成绩不但略胜于同龄男生，而且成绩也保持稳定，但男生语言推理的能力较强。在记忆能力方面，男女性也各有特色，女生记忆力较强，男生则倾向于先找出某些规律，再加以把握与记忆，故在需要推理的数学能力方面男性常略优于女性。男性对于机械结构的理解及掌握机械的能力较强，女性则以手工的灵巧占先。

智力的发展与大脑的结构及机能的发育有密切关系。新生儿脑重量约为350 g，相当于体重的1/8—1/9，此时大脑皮层细胞的分层已初具规模，但神经细胞的体积还很小，神经纤维既短且少，大部分没有髓鞘化。大脑皮层细胞的分化在胎儿末期及新生儿初期达到最高潮。到1岁为止，脑细胞的数目便不再增多，此时脑的重量约为950 g，较初生时几乎增长了3倍。1岁以后脑的增长主要是神经细胞体积增大与功能发育，包括神经纤维的数量与长度增加和分支增多，以及髓鞘化过程日益完善。到6岁时，脑的重量约为1 350 g，达到成人脑重(1 500 g)的90%。到8岁时大脑皮层细胞的分化已与成人无甚差别，但神经髓鞘的形成过程则持续于整个童年阶段，并一直延续到成年。

儿童的智力发育是客观世界刺激作用于大脑的结果。随着年龄的增长，儿童智力逐年提高。智力发育最迅速时期是从初生到2岁这一阶段，对大多数人来说，智力发育于17岁达到顶峰。以后，经验可以积累、知识可以增进、判断能力可以日益完善，但智力不会再有多大增长。一般说，若以17岁时智力作为100%的话，那么，50%的智力发育完成于4岁以前，30%完成于4—8岁，剩下的20%完成于8—17岁之间。智力发育与身体其他部分的发育不同，它没有青春前期的突增高峰，且童年期智力的发育并不呈直线稳定地进行，而是一段时期较快一段时期较慢地交替发展。

促进儿童智力发育必须注意到各年龄阶段的特点。近年来，围绕着早期教育问题，心理学界和教育学界进行了大量研究和探索。有人提出了关键年龄的设想，认为2—3岁是学习口头言语的关键年龄，4—5岁是学习书面言语的关键年龄。如果在这些阶段对儿童进行相应的训练，可为其智力发育打下良好的基础。但是如果不顾幼儿的实际情况，强迫他们从事过分紧张的学习活动，超过他们的身心负担，肯定是有害无益的。

长期以来，人们习惯于用消极的眼光看待儿童的游戏活动。实际上，游戏对于儿童的智力发育具有重要的意义，在学龄前期(3—6岁)尤其如此。此时，游戏活动不但有益于运动能力的发展，而且对于感知、注意、记忆、思维等心理过程也有促进作用。心理实验表明，在游戏活动中，学龄前期儿童的视觉敏锐度和记忆力都有很快的提高。

智能测查

智能测查(intelligence test)是一种智能发育评价的方法，主要用于评定智能发育的进程及其程度。其原理是将智能活动的各种典型的重要行为特性，如记忆、理解、计算、运动、协调等等列成项目，测出各项目的正常值(常模)。将被测试儿童的能力(测试结果)与此常模比较，以估计该儿童智能发育处于何种水平，可分为筛选检查与诊断性检查两种。筛选检查是简便的大致估计能力的方法，可用于健康检查中，发现问题后再用诊断性检查方法进一步详细检查。但诊断性方法测定的结果并不能作为诊断结论，仍需要与临床密切配合并随访，这一点非常重要。智能测查方法有多种，但每种方法各有其侧重点。

丹佛智能筛选检查法(简称DDST) 是美国丹佛市

Frankenberg等设计的一种智能筛选法。共有105个项目,分四个能区(动作能、应物能、言语能、应人能),在量表中用横杠表示完成此项目的年龄范围,以大约90%的儿童能做得到的项目作为标准,看被检儿童能否完成,如果较多项目都做不到,只能评为"不正常或可能正常",适用于0—6岁小儿。此法简单,需时15—30 min,评价标准易懂,对评价3岁以下婴幼儿意义较大,但在150项中有许多是通过询问家长获得结果的,故不易排除回答的主观成分。

DDST在上海市及其他一些城市已经标准化,广泛被用于筛选发育异常儿童,对儿童保健工作者起下列作用:①小儿过去史中有些问题,但临床上无症状者可用DDST进行客观评定。②对智能发育有疑问者,可用DDST作客观评定。③某些小儿在围生期曾发生过问题(如高危对象等),可采用DDST进行随访观察。但DDST是筛选检查,对儿童目前和将来适应环境的能力以及智力水平高低无预测作用,也不能代替诊断性评价或常规体检。

盖泽尔发育量表 盖泽尔发育量表(Gesell developmental diagnosis)是适用于评价婴幼儿全面发育的量表。盖泽尔通过对成千上万个儿童的观察,发现正常小儿各种行为类型出现的次序和年龄之间有一定的规律,它将智能测试程序按8个关键年龄的成熟程度排列,检查包括动作能(粗、细动作)、应物能、言语能和应人能四个方面。此法适用于4周至36个月小儿,1周岁内按每4周作为一个阶段,1岁至3岁以3—6个月为一个阶段。除直接检查小儿上述四方面外,并结合家庭或托儿所生活资料,最后计算出每一方面的发育商数(DQ)。因每一方面的DQ都有诊断意义,例如婴儿阶段应物能的DQ低于85,则可能表明机体存在某种损伤;如果动作能、应物能、言语能和应人能均明显地低于65—75时,则可能有严重的智力发育迟缓。由于DQ可作为发育速率指标,因此对临床诊断具有较大的价值。此法具有较强专业性质和较为准确的结果,故被认为是经典的评价方法,但每一孩子测量一次需花时1 h以上,限制了它的广泛应用。

斯坦福—比纳量表 斯坦福—比纳量表(简称斯—比量表)最初用于鉴定儿童能否进入普通学校进行正常学习,以后逐渐修改为测验智能的一种方法。该量表按照测试题目的难度由浅而深排列,以通过题数的多少作为判别智能高低的标准,按年龄分组,采用心理年龄的方法计算成绩,所通过的题数与其实足年龄相当者为正常,多于其实足年龄者为优异,少于其实足年龄者为低劣。1972年修订的斯—比量表改用离差智商法进行评价。斯—比量表的特点是:①采用复本的形式,可以交换使用,扩大了测验本身的功用。②使用范围广泛,自2岁到成年均可使用。③测验量表修订时,经过严格的标准化程序,而且有效度与可信度均比较高;④记分方法采用智商(IQ)概念。

中国对斯—比量表曾修订过3次(1924年、1936年、1981年),适用于2—18岁儿童,对2—6岁小儿有一定数量的非词语性能力的测验项目,但因词语性项目过多,因此不适于有较明显语言障碍的小儿。根据国内修订者对学龄儿童测验的结果,表明与学业成绩相关较密切。

韦克斯勒学前儿童智能量表 韦克斯勒学前儿童智能量表(WPPSI)通常用于测验学前儿童的一般智能。标准化样本来自美国不同地区,按人口普查资料(人种、城乡、父母职业及教育等)抽样的1 200名4—6½岁儿童,以3个月为一组,共11组。整套测验项目分为词语和操作两大类。词语类包括常识、词汇、算术、类同、理解五组及供代替用的背诵一组;操作包括动物房、填补缺图、迷津、几何图形和拼图五组。测验时可将两类项目交替进行,以保持被测者的兴趣与合作。根据测得结果分别得出词语智商、操作智商和总智商。

WPPSI的重要特点是不用智龄来表示智力水平。韦氏量表的智商不是传统的智龄和实龄之比,而是离差智商(deviation IQ),即用统计学中的平均数和标准差为基准来计算智商。设各年龄组在量表中的成绩合乎常态分布规律,其平均数便代表年龄的平均智商,并定为100,但在常态曲线中平均数位于零点,因此,将智商常态分布的零点移到−5标准差处,将量表分数的平均数换算成100,并将每一个标准差定为15,这样便可使每一年龄组的IQ恒定而免受年龄影响。

营养状况评价

营养状况评价

营养状况评价包括膳食调查、生物化学检查、人体测量与临床检查等。膳食调查是评价营养状况的基础，根据膳食调查所获得的食物摄入情况，计算营养素的摄入，了解营养水平以及膳食质量；生物化学检查，则是测定受试者的血液、尿液或其他体成分中营养素或其代谢物的含量，但它所反映的往往是近期状况。由于影响因素众多，评价的结论应谨慎。营养缺乏病的临床检查，目的在于了解营养不足症与缺乏症，但需系统检查以及结合饮食史、饮酒史和其他原因一起分析；人体测量可获得十分有用的资料，特别是儿童，因为他们正处在生长发育时期，身高与体重的增长非常明显。食物、环境、遗传都可影响这些指标，但种族、遗传的影响不及食物与环境的影响大。应该说，营养状况评价的上述几个方面，是互相联系、互相验证的，缺少其中某一部分，往往难以发现存在的问题，或者对于某项结果难以解释与评价。

膳食调查 一般有五种方法，主要是了解一定时间内平均每日(餐)食物量，从而计算出营养素摄入量，再与建议供给量比较。膳食调查可以对个人、家庭或一个人群进行等。调查方法有：

(1) 询问法：询问被调查对象一定时间(一般多为24 h，也有时间较长的)内的膳食中食物种类、数量，要详细、认真、准确地填入调查表内。这种方法简便，可用于个人或集体，但其准确度常受被调查者的回忆是否全面所左右，也因调查员的素质、对当地饮食习惯了解的程度而有很大差别。调查中应注意调查人员培训及必要的抽查核对工作。

(2) 记帐法：此法用于家庭或集体食堂等单位。其方法是对被调查单位在某一时间内，购入或食用的主、副食种类和数量，计算其食物消耗量及就餐人数，根据食物成分表计算出每人每日营养素摄取量，再进行分析和评价。此法对于建有伙食帐目的集体食堂单位尤为适合。其优点是省人力、时间，又可取得大量人群的数据，结果也较可靠。

(3) 称重法：对所消耗的食物，按餐称量其生重、熟重，以及吃后剩余量，从而计算出进餐人的每人每餐(日)各种生食品的平均摄取量。调查时间一般为4—7 d，以求得较有代表性的结果。这种调查方法的结果精确，但花费人力及时间较多。

(4) 食物平衡法：此法可了解一个地区、一个城市，甚至更大范围内居民的膳食状况。调查中需要某地区或某单位在某一阶段时间内，各类食物的总消耗量和人口数，即某地某阶段时间食用食物的消耗量=(已往贮存量+生产量+外地运入量)-(饲料用量+种籽用量+非食用工业用量+目前贮存量+本地运出量)。

食用食物消耗量÷人口数≐每人食物消耗量

按食物成分表计算出每人每日营养素摄取量。再按人口组成，计算其混合进食系数，并以总系数求出平均摄取量。

上述食物资料可自食品生产及供应部门获得食品产销数量；人口数及其组成可从公安、民政部门获得。

此法虽不够精确，但省力省时，同时又可了解较长时间、较大范围内居民的膳食状况。

(5) 化学分析法：在需要核实营养代谢试验膳食、治疗膳食所含营养素时进行。其法为将调查研究对象一餐(日)分全部、熟食(与进餐者食物同)，在实验室按分析测定方法进行各种营养素含量与热量的测定。此法精确，但繁杂，需时较多，人力、物力花费更大，故只在非常必要时，或仅选择其中某种或某几种有关营养素进行测定。

生化检测 通过对体液(如血液、尿液)及其他体成分所进行的测定，包括营养素水平、营养素代谢物及其他有关的化学物质的分析测定，常可反映出膳食中的营养素水平、吸收利用程度以及人体营养状况，从而发现人体亚临床营养素不足症、营养贮备水平低下或营养过多状况。有时为研究某些有关因素对人体营养状态的影响，也可进行生化检测。由于血液中营养成分的水平在很大程度上反映了近期膳食的状况，而不是较长期的；此外，它还受民族、体质以及环境因素等多个方面的影响，故其数值是相对的，使用时有局限性。

(1) 蛋白质：正常人的血清总蛋白>60—80 g/L，血清白蛋白35—50 g/L，球蛋白20—29 g/L，白/球(A/

G)1.5—2.5∶1。蛋白质营养不良时,血清蛋白可减低,但以此作为评价蛋白质营养状况并不敏感 其他指标中,血清尿素氮、尿中羟脯氨酸及3-甲基组氨酸的改变较前者敏感。

尿羟脯氨酸指数

$$=\frac{\mu\text{mol羟脯氨酸/ml(尿)}\times\text{kg(体重)}}{\mu\text{mol(肌酐)/ml(尿)}}$$

3个月—10岁儿童	<1.0	缺乏
	1.0—2.0	不足
	>2.0	正常

肌酐—身高指数:肌酐是机体由尿中排出的正常代谢产物,绝大部分从肌肉组织中肌酸脱水而得,排出量常反映肌肉组织数量,蛋白质—能量营养不良时,此指数常下降。

肌酐—身高指数

$$=\frac{\text{受试者排出肌酐}(\mu\text{mol/4 h})}{\text{相同身高正常儿童排出肌酐}(\mu\text{mol/4 h})}$$

>0.9	正常
0.5—0.9	不足
<0.5	缺乏

此外,空腹血中氨基酸总量/必需氨基酸量>2.0为正常。

(2) 钙与磷:一般测定血清中钙与磷含量,正常范围分别为2.25—2.50 mmol/L与1.97—1.6 mmol/L(儿童1.5—2.1 mmol/L)。血清无机磷在维生素D缺乏早期多数已降低,因此,其意义较血清钙为大。此外,钙磷乘积(正常值30—40)和血清碱性磷酸酶活性(正常值为<20布氏单位)常被作为诊断佝偻病的指标,但在甲状旁腺功能亢进或减退、多发性骨髓瘤、肾病、尿毒症时,血清碱性磷酸酶和钙、磷值均有变化,应予注意。

(3) 铁:铁缺乏常导致血红蛋白(Hb)水平下降。Hb正常值:6月龄—6岁110 g/L、7岁以上120 g/L、成年男子130g/L、成年女子(非孕期)120g/L、孕妇110g/L;血清运铁蛋白饱和度,成人160 g/L,儿童70—100 g/L;此外红细胞游离原卟啉(FEP)标准为<500 μg/L,FEP/Hb标准为<4.5以及血清铁蛋白(SF)为>20 μg/L,都可作为评价指标。

(4) 视黄醇:血中视黄醇浓度是目前评定其营养状态的一个有用指标,正常值1.0—2.3 μmol/L,当血中浓度<0.7 μmol/L时,表明摄取量不足,肝内贮存正在亏损,<0.3 μmol/L为缺乏

由于中国视黄醇主要来源为胡萝卜素,血清中胡萝卜素浓度可反映近期膳食情况,一般认为0.93~3.7 μmol/L为正常。但此指标不能很明确地说明维生素A的营养状况。

近年来有人认为血浆视黄醇结合蛋白也可反映人体维生素A的营养水平。

(5) 硫胺素:评价硫胺素营养状况的常用方法有,尿中硫胺素排出量与红细胞转酮醇酶活力等。

硫胺素(包括后述的核黄素、维生素C等水溶性维生素)在体内存留时间较短,当满足身体需要后,多余的即迅速自尿中排出,而在膳食中不能满足体内需要时,则首先是减少身体的排出量。因此,尿中硫胺素排出量与其摄取量呈正相关。检测方法有:①24 h排出量。②空腹时尿中硫胺素和肌酐含量测定,即以排出8.84 mmol(1 g)肌酐的尿中含有的硫胺素的量表示。③负荷试验:清晨空腹口服硫胺素5 mg后,收集4 h内全部尿液,测定硫胺素排出量(见表1)。

表1 硫胺素6、24 h尿与负荷试验参考标准

时间	不足	正常	充裕
6 h	<10 μg	10—24 μg	≥25 μg
	<0.034 μmol	0.034—0.08 μmol	≥0.085 μmol
24 h	<40 μg	40—99 μg	≥100 μg
	<0.136 μmol	0.136—0.33 μmol	≥0.34 μmol
负荷(4 h)	<200 μg	200 μg	≥400 μg
	<0.68 μmol	0.68 μmol	≥1.36 μmol

60年代始用血液红细胞转酮醇酶来评价维生素B_1

表2 人体核黄素营养状况评定参考值(μmol)

方法	年龄	缺乏	不足	正常	充裕	作者
24 h尿	成人	<2.66	2.66—5.29	5.31—10.6	>10.63	王成发(1959)
24 h尿	成人	<1.06	1.06—3.16	3.19—10.63	>10.63	Sanberlich(1974)
6 h尿	成人	<0.27	0.27—0.77	0.80—2.66	>2.66	Sanberlich(1974)
负荷试验(口服)	成人	<10.63	10.63—21.23	21.26—34.54	>34.54	陈学存(1959)

营养状况,当身体缺乏硫胺素时,使可利用的焦磷酸硫胺素(TPP)量减少(TPP是体内硫胺素经磷酸化而生成),

酶绝对活性降低，TPP效应增加。一般认为TPP效应<15%时，体内维生素B_1足够；>15%为不足；>25%为缺乏。

(6) 核黄素：尿中核黄素排出量与体内贮存量相关。前者已被广泛用于评价核黄素营养状况，方法同硫胺素。其营养状况评定参考值如表2。

此外，全血中谷胱甘肽还原酶活性系数(AC)与核黄素营养状况有关。人体核黄素缺乏时，AC值迅速增高，经核黄素补充后，即降为正常，由于此法用血量少，灵敏度高，已被广泛应用。其评价标准：>1.80缺乏，1.51—1.80不足，1.21—1.50足够，<1.20充裕。

(7) 尼克酸(烟酸)：一般是测定尿中尼克酸代谢物的排出量，代谢物主要为N-甲基尼克酰胺(N′-Me)和2-吡啶酮-N′-甲基尼克酰胺(2-吡啶酮-N′-Me)。收集24 h尿液分析，正常人每日从尿中排出两种代谢物的量为22—73 μmol，也有以每日排出3.4—17 μmol为正常。负荷试验则在给予50 mg尼克酸后收集其4 h内全部尿液。此外，以尿中2-吡啶酮-N′-Me/N′-Me比值评价，比值>1.3者为正常，<1.0则表示有潜在性尼克酸缺乏。

(8) 抗坏血酸：评价人群或个体抗坏血酸营养状况的常用方法有：①血液中含量：正常人血清抗坏血酸浓度在28 μmol/L以上(空腹)，<23 μmol/L为缺乏。但也有报告5.7—17.0 μmol/L时也不出现临床症状，表明血清中含量并不能反映其体内贮备水平。由于白细胞中抗坏血酸含量不受短时间内摄入量的影响，且能较好地反映组织中的贮备水平，每100 g白细胞含有114—170 μmol抗坏血酸时，说明组织中贮存已达饱和状态。如<110 μmol时则为抗坏血酸营养不足。②尿中抗坏血酸排出量，24 h排出>57 μmol者为正常。负荷试验，一次给予大剂量(500 mg)维生素C口服后，4 h尿中排出量>170 μmol为正常。

人体测量指标　身体形态测量资料可以较好地反映营养状况，且易于进行，简单方便，但它反映的仅是营养不良的结果或表现，而且还需要一个合适的人群参考标准。常用的指标有身高(身长)、体重、上臂围、皮下脂肪厚度等等。不同年龄组可选用不同的测量项目(见表3)。

根据基本数据与正常人体参考标准比较，以评价营养状况。

标准体重　分婴儿期、幼儿期和成人期

(1) 婴儿期：

6月龄内体重(kg)=出生时体重(kg)+月龄×0.6

7—12月龄体重(kg)

=出生时体重(kg)+6×0.6+(月龄−6)×0.5

(2) 幼儿期：

体重(kg)=年龄(岁)×2+8

(3) 成人期：

身长165 cm以上者：

体重(kg)=身长(cm)−100

身长165 cm以下者：

体重(kg)=身长(cm)−105(男)

体重(kg)=身长(cm)−100(女)

表3　不同人群的人体测量项目

年龄(岁)	现场适用	深入调查用
0—1	体重、身长	躯干长(背卧位所测)、头围、胸围、骨盆宽、皮褶厚(三头肌、肩胛下、腹部)
1—5	体重、身高、皮褶厚(三头肌、二头肌)、上臂围	坐高(<3岁为躯干长)、头围、胸围、骨盆宽、皮褶厚(肩胛下、腹部)、小腿围、手腕X线(前后位)
5—20	体重、身高、皮褶厚(三头肌)	坐高、骨盆宽、肩宽、皮褶厚(其他部位)、上臂围、小腿围、手腕X线
>7岁	检查性成熟程度	
>20岁	体重、身高、皮褶厚(三头肌)、上臂围、小腿围	

表4　营养缺乏体征与症状

部位	体征与症状	缺乏营养素
全身	消瘦、发育不良、贫血	热能、蛋白质、维生素、锌、蛋白质、铁、叶酸、维生素B_2、B_{12}、B_6和C
皮肤	皮肤干燥、角化、鳞皮	维生素A
	皮炎	PP、其他
	脂溢性皮炎	维生素B_2
	淤血、出血	维生素C及K
眼	角膜干燥、毕多斑、夜盲、	维生素A
	角膜周围或(与)结合膜充血、血管增生、睑缘炎畏光	维生素B_2、A
唇	口唇炎、口角炎	维生素B_2、PP
舌	舌炎、舌腥红、舌面光滑、裂隙、地图舌	维生素B_2、PP、B_{12}
牙龈	牙龈炎、出血	维生素C
骨骼	鸡胸、肋串珠、O型或X型腿、骨软化症	维生素D
神经系统	多发性神经炎	维生素B_1
循环系统	水肿、右心肥大	维生素B_1、蛋白质
	舒张压下降	维生素B_1
甲状腺	肿大	碘

按上式计算，实际体重为标准体重±10%以内者为正常；±10%—20%为体重过重或瘦弱；±20%以上者为肥胖或严重瘦弱。

Kaup指数　见“身体指数评价法”条。

Rohrer指数 见“身体指数评价法”条。

临床检查 这是对一些营养失调的临床体征的检查，检查目的在于了解营养不足症和缺乏症的情况(见表4)。

由于营养不足或缺乏症体征多为非特异性，故一般个别阳性体征不能作为诊断的依据。最后结论，应依被检查者体征、膳食习惯、生化检验等等作一综合性结论。此外，也可利用补充营养素观察治疗效果作参考。总之，过去常用的临床指标现在已逐渐少用，取而代之的是人体测量指标和生化指标。

劳动能力评价

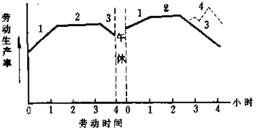
劳动能力评价

劳动能力评价(labour capacity assessment)是通过对劳动者在从事生产过程中的生理、心理变化，产品的产量、质量及其稳定性，以及劳动者的健康状况进行综合评价，从而阐明上述因素对劳动能力的影响及其程度，以期创造一种有利于在较长时间内保持较高劳动能力的作业环境、工艺设施、作息安排及劳动组合。

劳动者的劳动能力具体表现为从事某项生产劳动的作业能力，它受劳动时间、作业负荷、生产环境、使用工具、人际关系及劳动组织等因素影响。

体力劳动作业能力的高低，可通过测定单位时间内产品的质和量以及作业的有效持续时间来进行观察。还可通过测定劳动者的某些生理指标的变动情况来进行衡量，例如可测定握力、耐力、视觉运动反应时、手动频率、心率等。虽然体力劳动的作业能力可受多种因素影响而不尽相同，但却有其一般的变化规律。以日班为例：工作日开始时效率一般较低，其后动作逐渐协调、加快和更准确，工作效率不断上升，单位时间的产量逐渐增高，操作时间缩短和废次品减少，这段时间约持续1—2 h，叫做工作入门期。当工作能力达最高水平时，即进入高效稳定期，一般能维持1 h左右，此期中各项生产指标变动不大。随后即转入疲劳期，工人主观感到劳累，操作活动的速度和准确性下降，单位时间的产量减少和废次品增多。午餐后的第一、二阶段较午餐前短，第三阶段则提早出现。有时在工作日快结束时，可见到工作效率一度增高，这与赶任务争取完成或超额完成任务的情绪有关。这种现象叫做终末激发，但此种情绪激发不能持久。熟练工人多尽力缩短第一阶段时间而延长第二阶段时间(见图)。

脑力劳动个体差异极大，且受文化程度、环境因素及情绪状态影响更为明显，故其作业能力的变动规律远不



体力劳动作业能力时间变化示意图

1. 工作入门期 2. 高效率稳定期

3. 疲劳期 4. 终末激发期

如体力劳动那么恒定。近年发展的神经行为功能测试组合，有助于评价脑力劳动作业能力状况。测试组合可包括：情绪状态(如情感问卷)、记忆(如数字译码)、智力(如心算)、感知(如图形识别)、反应速度(如反应时测定)以及注意力集中(如字符检索)等。

劳动能力评价的目的是找出影响劳动能力的因素，从而提高劳动能力。因而，除应尽力改善社会因素、优化劳动组合、引入竞争机制、充分激发劳动者的主观能动性和创造性外，还应针对通过劳动能力评价所发现的问题，采取具体措施来提高作业能力，防止疲劳过早出现。例如，①以机械化、自动化及电子计算机化手段革新工艺流程。②改良工具、改进操作方法，总结群众先进经验，并按生理特点来加以整理提高，以使操作合理化和生产工具与被加工物体安置合理化。③针对不同作业的特点，坚持合理的锻炼和练习，以养成良好的动力定型。④制订合理的劳动休息制度，改善劳动组织(工作的分配和协作)，注意劳逸结合，改善劳动环境条件，供给合理营养，注意个人卫生以及加强疾病的防治等。总之，一切能减轻劳动强度、减少静力作业成分、减少劳动紧张程度、保护健康和增强体质的措施，都有利于提高作业能力。

劳动能力鉴定

劳动能力鉴定(appraisal of labour capacity)主要指对厂矿职工因病伤丧失劳动能力的性质及程度进行鉴定,以便确定休工期限、调换工作或采取其他措施。鉴定的重点是工伤和职业病。

劳动能力鉴定的内容视病伤性质而异。如为职业病,则首先应给予正确的诊断。职业病(尤其是慢性职业中毒、矽肺及急性中毒的后遗症)的诊断应采取综合分析、集体诊断的办法。根据分级诊断原则,一般由上一级卫生部门批准或指定的诊断小组,参照"全国卫生标准技术委员会职业病诊断分委会"制订的有关职业病"诊断标准",进行确诊;对疑难病例或遇有争议的诊断,应由上一级卫生部门指定的诊断小组予以确诊或复核。

对已确诊者,应给予积极治疗和妥善处理。治疗可分脱产和不脱产两种,一般根据病情的轻重及有无脱产的可能和需要,由医务人员与企业负责人共同商讨决定。是否调离原工作岗位,应视具体情况而定;亦可采取"不同程度"的调离,例如:永久性调离(如Ⅰ期以上的矽肺病人)、暂时调离(如轻度铅中毒,可暂时调离铅作业进行驱铅治疗,俟疗程结束,车间铅浓度动态控制,仍可回原车间工作)及暂不调离(如"铅吸收"、本人机体状况良好、车间劳动条件尚可或已得到明显改善者)。凡已确诊为法定职业病者,应按国家规定,给予劳保待遇;对未确诊的可疑病人,亦应给予必要的治疗处理,在脱产观察或治疗期间,是否按职业病待遇处理,由所在企业单位酌情决定。

工休及治疗结束后,应对患者的劳动能力、复工条件,以及是否要调换工种等,进行劳动能力鉴定。由企业的劳动人事、安全技术、医疗卫生及工会等部门组成劳动能力鉴定委员会,负责此项工作。鉴定程序是:由患者的负责医师向劳动能力鉴定委员会提出包括诊断、治疗、疗效、康复,以及健康复查结论等内容的"医务鉴定书";委员会应召开会议,邀集组成成员代表充分讨论,作出决议,逐条填入鉴定表内;最后将鉴定通知书分送有关部门执行。

工矿企业医疗卫生部门在劳动能力鉴定中的主要任务是作出正确诊断,判断病人的代偿机能状态,确定劳动能力丧失的程度,提出被鉴定职工今后从事工作的性质和强度的建议,对康复职工的劳动能力作出鉴定。为使鉴定工作富有成效,卫生部门必须与劳动人事、安全技术、工会和车间等部门保持密切联系,把对病人的鉴定工作和疾病防治工作紧密结合起来。此外,还要对病人的生活条件和劳动条件作深入了解,劳动能力鉴定和工作安排的根据,主要是临床症状和病程发展情况,机体的代偿程度,年龄和体力情况,职业和劳动条件。对长期工休病人要经常保持联系,宣传吸烟等不良生活方式的危害,增强自我保健意识,促进康复,并定期进行健康监护和劳动能力鉴定。在有条件的工矿企业可设立各种形式的疗养院(所)。为了有效地发挥长期工休病人的作用,对尚有某些劳动能力的人,要为他们创造康复的机会,安排适当的工作,劳动安排可采取两种方式:一种是在做细致调查工作的基础上,按病人的健康状况安排适当的工作,另一种是成立特殊车间(或称康复车间),并对他们进行职业训练。

病伤缺勤指标

病伤缺勤(absenteeism)指标,是统计企业职工因疾病或外伤而一时丧失劳动力不能正常工作时造成缺勤用的指标。统计病伤缺勤可用以评价企业内因病(伤)危害的严重程度。常用的指标有:

职工因病(伤)缺勤率 指某时期内(年或月)职工因病(伤)休工日数与同期同范围职工应出勤日数之比。

职工因病(伤)缺勤率(%)

$$=\frac{\text{某时期职工因病(伤)休工日数}}{\text{同期内同范围职工应出勤总日数}}\times 100\%$$

职工应出勤总日数,是指在某时期(年或月)内每天应出勤的职工实有累计人数。也可用某时期内平均职工人数×该期内应出勤日期计算。这是评价因病(伤)影响生产的主要指标,又是劳动保护工作中分析缺勤原因不可缺少的统计内容。因病(伤)缺勤率能较好地反映病(伤)对劳动力的影响,统计应出勤日数时,要扣除该日期内国定假日及厂休日,作为分子的缺勤日数以实际缺勤日数计算。不满一天的钟点假,应累计后按8 h折合成1 d计算,病(伤)连续缺勤6个月以上时,超过6个月部分应另行计算。产假、节育手术假(按规定享有的假期结束后续假,续假部分作病假处理)不包括在病(伤)缺勤中。临时工、外包工也不包括在该病(伤)统计中。

职工因病(伤)休工率 指职工因病(伤)发生休工的频率,它反映职工慢性病复发,或急性病新病例情况。休工率高,说明这些情况增多。这个指标也可按车间、病种分别计算,以了解某车间或某病种休工所造成的影响。

职工因病(伤)休工率(%)

$$=\frac{\text{某时期内职工因病(伤)休工例数}}{\text{同期内平均职工人数}}\times 100\%$$

计划生育评价

计划生育调查

计划生育调查(family planning survey)指为获得某项特殊需要的计划生育资料而进行的专门调查。计划生育统计资料可来自日常工作登记和统计报表,如结婚登记、出生登记、独生子女领证登记、节育和计划生育手术记录、生育和节育情况的报表等。计划生育日常工作登记和统计报表只能满足计划生育工作一般需要。对于全面计划生育评价,或对某些特殊问题的计划生育评价(如对某种避孕方法效果考核),对计划生育方针、政策或具体措施的制订,日常工作资料就显得不够,需要进行专题调查。后者还可对日常工作资料可靠性起核对作用,并能提供某些特殊信息。

计划生育专题调查应有周密的计划和明确的调查目的。根据调查目的确定调查对象、范围、项目、方法和方式,并设计调查表,调查表在试查后进行修订。计划生育调查中,调查员的挑选和培训十分重要,应根据调查内容和当地风俗习惯挑选调查员。如调查对象为妇女及调查内容是有关人工流产及避孕方法,则中年女调查员易得到较为可靠结果。应选择责任性强,具有一定计划生育知识的人员(如医护人员)担任调查员。调查人员在调查过程中可根据调查对象要求给以计划生育知识咨询,这能使调查得到更好效果。对某些调查,为避免可能产生偏性,不要选本单位(或本地区)计划生育干部担任调查员。计划生育调查常含有政策性问题(如问及对"提倡一对夫妇只生一个孩子"政策的态度)、计划生育知识性问题(如问是否知道"安全期"避孕的正确应用)和敏感性问题(如人工流产次数和性生活频数),因而对调查员的业务知识、调查技术应进行认真充分的培训。

一般计划生育调查技术 由于计划生育调查所具有的特殊性,掌握好调查技术可减少调查偏差,提高调查质量,特别要注意下列几点:

(1) 入门:为取得调查对象合作,调查员应谦和、热情、端庄。先作简明扼要的自我介绍,说明调查目的。对于不愿很好合作的调查对象,应作适当解释,使被调查者感到这次调查对国家有用,对她本人也是有益的。要善于发现和调动调查对象的积极因素,以取得配合。计划生育调查很多是涉及到有关生育和避孕的项目,因此不宜有第三者特别是成年男性在场,可有礼貌地请第三者离开调查场所。也可寻找另一适当的地方调查。

(2) 询问:应按照调查表的原话正确询问,不要随意改动,以免造成项目含义改变。每一个项目都不能遗漏。一般不要给被调查者作怎样回答的暗示。调查对象对调查项目意思不明白时,可作适当解释。询问语气应自然。

(3) 恰当的回答:在调查对象思考回答的短暂沉默时,应避免过急的抢白。若需补充探问时,应给予中肯而不是诱导性的提问。对于含义不清的回答应进一步问清楚,以得到明确的回答。对于某些重要问题,调查员可重复提问。

(4) 记录:为记录方便可用适当略语或缩写。若需进一步探问,应把探问的问题记录下来。如果不是调查对象自己回答,应记录报告者姓名及与被调查者的关系,写清是否有第三者在场。

(5) 来自调查对象的偏差:调查员要充分调动调查对象的积极性,但要注意避免来自调查对象的各种偏差。如过于客气的偏差、迎合的偏差、社会潮流的偏差及少数被调查者故意作弄的偏差等。

(6) 方便时间:在正式调查前可事先了解被调查者的工作班次(早班、中班或晚班)和休息日期,以便在被调查者认为方便的时间去调查。在可能情况下可预约调查时间。一次调查时间一般不要超过20—30 min。

敏感问题调查和统计处理技术(随机应答技术) 由于种种原因,调查所得资料有时不够理想。一个重要原因是所调查的问题比较敏感,如收入、存款、财产、流产、犯罪等属私人秘密,被调查者不愿让别人知道自己的真实情况,以致他们拒绝回答或故意错答。近一二十年来,一些随机应答技术相继产生,以解决因问题敏感而产生的误差,消除被调查者顾虑,使之能真实回答问卷,最后得到人群中敏感问题概率和分布状况。这种技术有几种模型:

(1) 两个关联问题模型:这个模型是Warner 1965年提出来的。根据所希望调查的敏感问题提出两个相反关联问题。如调查人群中人流高低,则提出两个问题。

你做过人工流产吗?

你没有做过人工流产吗?

调查时需用一个随机装置,如一个放着一定比例的两种颜色弹子的布袋。所有的弹子大小、形状均相同,以保证两种颜色的每个弹子被抽取机会等同。让被调查者从口袋里摸出一颗弹子,但不给调查员知道弹子的颜色。假如弹子是黑白二色,事先确定,若被调查者抽到黑子,回答问题"你做过人工流产吗?"如被调查者确做过人流,回答"是";如被调查者未做过人流,回答"不"。若被调查者抽到白子回答"你没有做过人工流产吗?"此时如被调查者做过人流,被调查实际情况与问题情况不同,回答"不";如被调查没有做过人流,与问题情况相同,回答"是"。调查员记下被调查者的回答"是"与"不"。因为调查员不知道被调查者摸到的是"白子"还是"黑子",因而调查员不知道"是"与"不"的含义是什么,也就不知道被调查者个人的情况。这样被调查者能解除顾虑真实地回答问题。黑白子的比例是事先知道的,可以根据所有被调查者中回答"是"和"不"的比例计算出总的人流率。

被调查者抽到黑白子和回答两个关联问题"是"和"不"的概率列成下表1:

表1 两个关联问题模型回答的概率

	黑子(P)	白子(1−P)
做过人流(π)回答:	是[π·P]	不[π(1−P)]
没有做人流(1−π)回答:	不[(1−π)P]	是[(1−π)(1−P)]

黑子的概率(P)和白子的概率(1−P)是在设计随机装置时事先确定的。被调查对象中,做过人流的概率π和未做过人流的概率(1−π)是所希望求得的。被调查对象中回答"是"和"不"的概率可通过计算获得。回答"是"(概率为λ)的人有两种,一种摸到黑子而又确实人流者,这种人的概率为π×P,另一种是摸到白子而又确实未做过人流的人,这种人的概率为(1−π)(1−P)。回答"不"的人是另外两种;概率分别为π(1−P)和(1−π)P。根据他们之间的概率关系就可求出被调查者中人流的概率(π):

$$\lambda=\pi P+(1-\pi)(1-P)$$

$$\lambda=\pi P+1-\pi-P+\pi P=2\pi P+1-\pi-P$$

$$=\pi(2P-1)+1-P$$

$$\pi(2P-1)=\lambda+P-1$$

$$\pi=\frac{\lambda+P-1}{2P-1}$$

因为λ(回答"是"概率),P(黑子概率)已知,则可以求出π(人流概率)。应注意到若P=0.5,2P=1则分母为0,式$\frac{\lambda+P-1}{2P-1}$没有意义,π无法解出。这提示在设计时黑白子的比例不能一半对一半。

π的方差为:

$$\mathrm{var}(\pi)=\frac{1}{n}\left[\frac{1}{16\left(P-\frac{1}{2}\right)^2}-\left(\pi-\frac{1}{2}\right)^2\right]$$

$$=\frac{1}{n}\left[\pi(1-\pi)+\frac{P(1-P)}{4\left(P-\frac{1}{2}\right)^2}\right]$$

例:某地调查692人,答"是"287人,黑子的概率为0.7。则,

$$P=0.7$$

$$\lambda=287/692=0.4147$$

$$\pi(\text{人流率})=\frac{\lambda+P-1}{2P-1}=\frac{0.4147+0.7-1}{0.7\times2-1}$$

$$=0.2868$$

$$\mathrm{var}(\pi)=\frac{1}{692}\left[\frac{1}{16(0.7-0.5)^2}-(0.2868-0.5)^2\right]$$

$$=0.002192$$

$$S(\pi)=\sqrt{0.002192}=0.04682$$

95%总体人流率可信区间:

$$0.2868\pm1.96\times0.04682=0.1950\sim0.3785$$

(2) 两个无关联问题模型Ⅰ(非敏感问题概率已知时):为使被调查者更易明白调查技术,提高回答的正确性,设计了无关联问题模型Ⅰ。该模型提出的两个问题,一是与敏感问题有关的问题,如"你做过人工流产吗?"另一与敏感问题无关的问题,如"你是出生在4月份吗?"非敏感问题的概率(Q)必须事先知道。被调查者摸到黑子回答敏感问题,摸到白子回答非敏感问题。抽到黑白子和回答两个问题的"是"和"不"的概率归纳如表2:

表2 两个无关联问题模型Ⅰ回答的概率

		黑子(P)	白子(1−P)
应答者的特征	敏感问题(π)	回答:是[π·P]	回答:不[π(1−P)]
	非敏感问题(Q)	回答:不[P·Q]	回答:是[Q(1−P)]

$$\lambda=\pi\cdot P+Q(1-P)$$

$$\pi=\frac{\lambda-Q(1-P)}{P}$$

π的方差为:

$$\mathrm{var}(\pi)=\lambda(1-\lambda)/nP^2$$

例:某地调查692人,回答"是"151人,已知人群中出生于4月份的概率(Q)为0.0692人,黑子概率P=0.7。

$$\lambda=\frac{151}{692}=0.2182$$

$$\pi=\frac{\lambda-Q(1-P)}{P}=\frac{0.2182-0.0692(1-0.7)}{0.7}$$

$$=0.2821$$

$$\mathrm{var}(\pi)=\lambda(1-\lambda)/nP^2$$

$$=(0.2182\times0.7818/(692\times0.7)^2$$

$=0.000\ 503\ 1$

$$S(\pi)=\sqrt{0.000\ 503\ 1}=0.022\ 43$$

95%总体人流率可信区间：

$0.282\ 1\pm1.96\times0.022\ 43=0.238\ 1-0.326\ 1$

(3) 两个无关联问题模型Ⅱ(非敏感问题概率不知道时)：无关联问题模型Ⅰ需要知道非敏感问题的概率，而一个好的非敏感问题的选择常常很困难。如问出生在4月份的话，在调查表中就不能有"出生年月"项。为了避免必须知道非敏感问题的概率，用两个随机装置来解决。调查方法和模型Ⅰ相似，只是用两只不同黑子概率(P_1和P_2)的口袋，请被调查者进行两次回答。第一次摸口袋Ⅰ，回答"是"和"不"，第二次摸口袋Ⅱ，回答"是"和"不"。所有被调查者回答口袋Ⅰ"是"的概率为λ_1，回答口袋Ⅱ"是"的概率为λ_2。根据两次回答可例出方程式：

$$\lambda_1=\pi P_1+(1-P_1)Q$$

$$\lambda_2=\pi P_2+(1-P_2)Q$$

λ_1和λ_2，P_1和P_2均可知，解二元联立方程可得到π(敏感问题概率)和Q(非敏感问题概率)。

(4) 三个无关联问题模型：这个模型可解决选择非敏感问题的困难，较二个无关联问题模型Ⅱ简便易行。模型里将子的颜色分成三种，如蓝、红、白，按确定的比例分配，如12∶4∶2。当被调查者从口袋里摸到蓝子时，按实际情况回答问题，如问题是"你做过人工流产吗?"被调查者确实做过回答"是"，没做过时回答"不"。如摸到红子不管实际情况如何回答"是"，而摸到白子总回答"不"。

蓝($P_b=12/18=\frac{2}{3}$)，回答敏感问题：是　不
红($P_r=4/18=2/9$)，回答：　是
白($P_w=2/18=1/9$)，回答：　不

可知在一次调查者回答"是"的概率(λ)：

$$\lambda=P_b\times\pi+P_r$$

$$\pi=\frac{\lambda-P_r}{P_b}$$

例：某次调查692人，回答"是"为284人。

$P_b=12/18=0.666\ 7$，$P_r=4/18=0.222\ 2$

$P_w=2/18=0.111\ 1$

则 $\pi=\frac{284/692-0.222\ 2}{0.666\ 7}=0.282\ 3$

π的方差计算同两个有关联问题的模型。

(5) 数量信息模型：以上模型均是质量信息模型，即只调查某个敏感问题的阳性率。若想知道敏感问题的次数，如人流次数、性生活频率，可以用数量信息模型。数量信息模型的随机装置需要黑白色子，白子上有1、2、3、4、……等数字，每种数字的白子按确定比例，另有无数字的黑色子。如被试者摸到黑子，回答敏感问题，如人流的次数，摸到白子，按白子上的数字回答。对于调查者，并不知道被调查者的回答数字的含义。

$$P_i=\pi_i\times B+W_i$$

$$\pi_i=(P_i-W_i)/B$$

P_i为回答数字i的比例

π_i为第i次敏感问题的概率

B为黑子的比例

W为白子的比例

W_i为有i字白子占总子数的比例，$\Sigma W_i=W$

方差为：$var(\pi_i)=(1/B)^2\times P_i(1-P_i)/n$

n为总调查人数

例：黑子(B)占0.5，白子(W)亦占0.5。白子上有数字0、1、2、3，和≥4的概率W_i各为0.1。调查1 000名妇女，回答人流次数为0、1、2、3，和≥4的妇女的人数为150、350、250、150、和100人　可以计算出P_0、P_1、P_2、P_3、和P_4；π_0、π_1、π_2、π_3，和π_4。

例：

$P_0=150/1\ 000=0.15$

$\hat{\pi}_0=0.15/0.5-0.1/0.5=(0.15-0.1)/0.5=0.1$

$var(\pi_0)=1/0.5^2\times(0.15\times0.85)/1\ 000=0.000\ 51$

为增加资料可靠性，可增加样本含量。但增加样本，需要经费。如让被调查者进行多次回答可达到增加可靠性的目的，而又不增加经费，此时计算率和方差仍与不重复实验相同。增加实验次数，效率就提高。当实验次数加大时，次数增加越多，效率提高反而减慢。敏感问题的概率越靠近0.5时，增加试验次数时效率增加得越慢。根据以往经验，一般以实验2—3次为宜，实验次数过多，被调查者的合作程度受到影响。

敏感问题的调查和统计处理技术需注意下列事项：①如用两个关联问题模型Ⅰ，非敏感问题的选择是一个十分重要的问题。要选择能知道确切概率的非敏感问题，又确实使被调查知道这并不是诡计。②应答者的特征是一个十分重要因素。一般来说文化程度高者相信这种调查技术是一种科学方法，能较好配合，反之就较差。③应答者要加以训练，让被调查者清楚知道调查是如何进行的，从而保证结果的正确性。④访问者必须熟练地掌握调查技术，能简要地向被调查者将调查方法讲述清楚。⑤敏感问题调查的随机装置设计是重要的。随机装置应易携带，易被调查者理解，随机性和均衡性要好。⑥可通过多次实验来增加资料的可靠性。⑦对于不合作和训练不满意者，所得数据在分析时应予排除。

世界生育率调查　世界生育率调查是国际统计学会(ISI)1972年建立的世界性生育率调查项目。调查机构设在伦敦，得到联合国人口活动基金(UNFPA)和美国国际开发署(AIDUS)的资助。调查机构的领导小组由联合国人口司、联合国统计处、联合国人口活动基金、美国国际开发署、英国海外发展部以及世界知名人口学家组成。

世界生育率调查的主要目的是：①帮助各个国家收集正确的、内容丰富的人口学和生育率资料。②提高发展中国家人口学和生育力研究能力。③为全世界学者提

供关于生育率、理想家庭大小、计划生育知识及避孕应用等国际可比性资料。世界生育率调查被称为有史以来规模最大的国际性社会科学调查。调查一般由各国统计部门负责，世界生育率调查机构给予技术指导和一定资助。

世界生育率调查表通常包含几百个问题，由世界生育率调查机构统一拟定。调查表分住户表和个人表。住户表内容为家庭所有成员性别、年龄、婚姻状况、文化和职业等。个人表分两部分，基本调查项目和补充调查项目。基本调查项目包括妇女社会经济特征和丈夫教育程度等的一般情况、妇女婚姻史、生育史、避孕知识及避孕史、孩子的母乳及喂养史、妇女就业情况和对家庭规模大小的态度等。举办调查国家，可根据本国具体情况增加一些调查项目，如民族、宗教、迁移等。世界生育率调查把整个调查分为收集、整理、使用和公布四个阶段。各国生育率调查结束后，调查分析结果汇编成册，一国一本。世界生育率调查机构出版各国调查主报告、调查和资料处理基本文件、调查分析技术、比较性(各国)研究报告和某一专题的科学研究报告五种手册供各国学者应用。世界生育率调查机构可提供资料分析技术的计算机软件。

截止 1984 年年底，全世界已有 44 个发展中国家和地区及 21 个发达国家，按照统一调查提纲进行了生育率调查。已调查国家占全世界人口的 40%以上。中国国家统计局与世界生育率调查组织 1984 年达成协议，1985 年 4 月首先在上海、河北和陕西两省一市进行第一期深入的生育率调查，调查报告已于 1986 年 10 月出版。1987 年 4 月在北京、辽宁、山东、广东、贵州和甘肃六省市进行第二期深入生育率调查，调查报告已于 1989 年 10 月出版。

1984 年 12 月世界生育率调查项目宣布结束，撤销伦敦总部。但调查工作仍在进行，由国际统计协会研究中心继续指导各国生育率调查的设计、资料分析，并出版调查结果。

避孕现况调查 是一种世界性的计划生育调查(见“避孕现况调查”条)。

人口统计和卫生调查 开始于 1984 年 9 月，由美国国际开发署资助，卫斯汀公共应用机构主持。目的帮助发展中国家处理和分析人口及卫生调查资料：①给参加国的决策者提供有用的资料。②扩展国际人口及卫生资料。③提供先进的调查方法。④提高参加国高级的资料分析技能。调查内容包括：妇女及丈夫的基本情况、生育史、哺乳史、母婴健康状况、避孕知识及应用、婚姻史和理想子女数等。到 1985 年 12 月止，已处理了 31 个国家的 35 个调查。

中国千分之一生育率调查 国家计划生育委员会 1982 年组织的中国第一次全国生育率抽样调查。调查目的是了解中国近几十年来人口发展和婚姻生育状况，为探索人口再生产规律，为完善我国计划生育政策、实行计划生育科学管理和编制人口计划提供数据。

根据调查目的，调查重点在于测定人口的生育率及与之有关的项目。调查对象为 15～67 岁妇女。调查项目包括生育史、节育情况、婚姻史、近两年人流及原因等 12 个项目。调查时间为 1982 年 7 月 1 日。调查采用随机、分层、等比例的整群抽样，调查了 28 个省、自治区、直辖市(不含台湾、西藏)的 1 017 547 人，占总人口的 1.015‰。这项调查填补了我国生育率资料的空缺。调查结果主要：①我国妇女初婚年龄 40 年代为 18.4 岁，50 年代为 19.0 岁，60 年代 19.8 岁，70 年代 21.6 岁，1980 年为 23.0 岁，1982 年下降到 22.6 岁。②我国总和生育率 40 年代 5.44，50 年代 5.87，60 年代 5.68，70 年代 4.01，1979 年 2.75，1980 年 2.24，1981 年 2.63。③截止 1982 年 7 月 1 日，全国已婚育龄妇女总节育率 69.46%。节育措施：避孕环占 50.2%，输卵管结扎占 25.4%，输精管结扎占 10.0%，口服避孕药占 8.2%，避孕套占 2.0%。④全国独生子女领证率 42.3%。1985 年 10 月在北京召开了千分之一生育率调查的国际学术讨论会，各国与会者对千分之一生育率调查予以高度评价。

为了解中国生育率的变化，国家计划生育委员会已在 1988 年 7 月 1 日进行第二次生育率调查，调查内容包括生育与节育两大部分。主要调查结果有：①我国 80 年代的总和生育率波动在 2.0—3.0 之间，1980 年为 2.32，1982 年上升至 2.86，1985 年下降到 2.18，1987 年又上升至 2.58。②全国已婚妇女节育率为 71.1%。节育措施：输精管结扎占 41.0%，输卵管结扎占 8.2%，宫内节育器占 41.5%，口服避孕药占 4.9%，避孕套占 2.7%，其他为 1.7%。③全国已婚育龄妇女因怀孕的一年停用率：绝育 0.3%，宫内节育器 7.7%，口服药 11.6%，避孕套 14.9%，其他 9.7%。

婚姻统计

婚姻统计(marriage statistics)是计划生育统计的一项重要内容，用以评价婚姻政策执行情况和对人口的预测。其内容主要包括结婚率统计、结婚年龄统计、晚婚统计和婚姻状况构成统计。

婚姻统计资料的收集 婚姻统计资料通常来自：①民政部门的结婚登记资料。②计划生育部门的初婚登记和晚婚登记资料。③公安部门的人口登记资料。④各种调查而得到的婚姻统计资料，如普查的资料可以从人口普查办公室或统计局得到。进行较好的婚姻统计，最好具有结婚和离婚登记报告。

结婚登记报告应包括：①实际结婚日期。②结婚登记日期。③结婚地点。④男女出生年、月、日。⑤男女工作情况和职业。⑥男女文化程度。⑦男女以前结婚次数。⑧通常居住地点。

离婚登记报告应包括：①离婚登记日期。②实际分居日期。③离婚地点。④男女出生年、月、日。⑤男女工

作情况及职业。⑥男女文化程度。⑦抚养子女数。⑧男女以前结婚次数。⑨结婚地点。⑩通常居住地点。

结婚率统计

粗结婚率(CMR) 指某一地区一年内结婚人口数与该地区年平均人口数的比。计算式:

$$\text{CMR}=\frac{\text{某地一年内居民中全部结婚人数(M)}}{\text{该地同期年平均人口数(P)}}\times 1\,000‰$$

粗结婚率式中分母包含未成年的少年人口及很少结婚的老年人口,它未考虑这些人口目前婚姻状况,也未限于有可能结婚的人口数,因而CMR只能粗略地反映人群中的结婚状况。但这个指标所需数字容易得到,计算方便。

普通结婚率(GMR) 分母限于有可能结婚的年龄人口。一般认为15岁作为初婚年龄的下限比较妥当,而上限可以定为44岁或49岁。只有不在婚者才可能结婚。因而普通结婚率的计算公式为:

$$\text{GMR}=\frac{\text{某地一年内居民中全部结婚人数(M)}}{\text{该地同期 15—49 岁不在婚平均人口数}\left(P_{um}^{15-49}\right)}\times 1\,000‰$$

如某地1961年的居民结婚人数14 049,15—49不在婚年龄平均人口数为276 451,则GMR=14 049/276 451=50.8‰。普通结婚率也可按结婚次数来分别计算初婚率、再婚率、第三次结婚率……。

年龄别结婚率(ASMR) 为了消除年龄别构成对结婚率的影响,可以计算年龄别结婚率。结婚的男女年龄不一定相等,因而应同时计算男女的年龄别结婚率

$$\text{ASMR}=\frac{\text{某地一年内某年龄结婚人数(Ma)}}{\text{该地同期某年龄不在婚平均人口数(Pa)}}\times 1\,000‰$$

(分性别计算)

总和初婚率 与计算总和生育率相似,把所有15岁以上年龄别结婚率相加即为总和结婚率,表示在结婚率稳定时每1 000男性(或女性)一生中平均结婚的次数

$$\text{TMR}_m=\sum_{a=15}^{\infty}\frac{M_a^m}{P_a^m}\times i\text{(男性)}$$

$$\text{TMR}_f=\sum_{a=15}^{\infty}\frac{M_a^f}{P_a^f}\times i\text{(女性)}$$

M_a^m为男性a岁结婚人数,P_a^m为男性a岁不在婚平均人口数,i为组距。

M_a^f为女性a岁结婚人数,P_a^f为女性a岁不在婚平均人口数。

$\sum_{a=15}^{\infty}$表示从15岁开始向上累加。

例:美国1960年15岁以上到69岁,5岁一组的男性年龄别结婚率见下表:

年　龄	15—	20—	25—	30—	35—	40—	45—	50—	55—	60—	65—
年龄别结婚率	0.0309	0.1209	0.049	0.0213	0.0134	0.0105	0.0077	0.0070	0.0064	0.0057	0.0049

$$0.030\,9+0.120\,9+\cdots\cdots+0.004\,9=0.277\,7$$

$$\text{TMR}_m=0.277\,7\times 5=1.388\,5$$

可以分结婚率次数计算总和结婚率,如总和初婚率表示1 000男性(或女性)一生中结过婚的比例。

总和结婚率可看作各年龄组的权数均为1的标准化率。若为了对两地结婚率进行比较,也可计算标准化率以消除构成的影响。

育龄妇女已婚率 指某一时点育龄妇女(15—49岁)中已婚妇女人数与育龄妇女人数之比。已婚妇女数包括初婚、再婚、离婚、复婚、丧偶的所有曾经结过婚的妇女。已婚率对育龄妇女生育率有较大的影响。

$$\text{某一年龄组妇女已婚率}=\frac{\text{某一年龄组已婚妇女人数}}{\text{同年龄组妇女人口数}}\times 100\%$$

育龄妇女在婚率 指某一时点配偶健在并处于结合状态的妇女数(即在婚妇女数)与育龄妇女总数之比。较育龄妇女已婚率更直接影响生育率。

$$\text{育龄妇女在婚率}=\frac{\text{在婚育龄妇女数}}{\text{育龄妇女人数}}\times 100\%$$

终身不婚率 通常指50岁及50岁以上的未婚人数占50岁以上总人口的比例,可分性别计算。终身不婚率的高低对生育率产生影响。美国终身不婚率为7%左右,而中国终身不婚率很低,1%左右。

结婚年龄统计

平均初婚年龄 平均初婚年龄为时期指标,指某年内该地所有结婚者年龄之和除以初婚者人数之和。

$$\text{平均初婚年龄}=\frac{\text{某地某年初婚者年龄(实足)之和}}{\text{同期初婚总人数之和}}+0.5\text{ 岁}$$

结婚就意味着生育的到来,初婚年龄对初育的年龄起着十分重要的影响。研究初婚平均年龄对于研究生育模式是非常重要的。平均初婚年龄增大,意味着世代间隔年数(若生育总数不变)增大,人口增长速度减慢。

标化平均初婚年龄 用年龄别初婚率为权数计算出标化平均初婚年龄对两地比较可避免因年龄构成不同所造成的影响。计算时,分子为年龄别的初婚率乘以年龄数加0.5岁(x+0.5),然后从15岁到49岁。分母为总和初婚率。

$$标化平均初婚年龄=\frac{\sum_{x=15}^{49}[x岁初婚率\times(x+0.5)]}{总和初婚率}$$

中位初婚年龄 指初婚者由小到大按年龄排列时,处于中间位置初婚者的年龄。如人数为偶数,则居中的两个初婚者的平均年龄为中位初婚年龄。也可先计算各年龄组的累计初婚率,50%累计初婚率的年龄就是中位初婚年龄。分组资料的中位初婚年龄(M_d)为:

$$M_d=L+\frac{0.5-n_1}{n_2}\times i$$

式中:L为累计频率(初婚率)刚超过50%组的下限

n_1为前一组的累计频率

n_2为该组的频率

i为该组的组距

结婚表平均初婚年龄 如同计算平均期望寿命一样地计算的平均初婚年龄。它消除了构成的影响,因而是最好的计算方法。结婚表有粗结婚表和净结婚表,后者还考虑了死亡率对婚姻的影响。

晚婚统计 晚婚延长二代人间隔年数,而且使妇女生育年数减少,从而减少生育。常用指标有晚婚率和晚婚指数。

晚婚率 是指同时期符合晚婚的初婚人数(或对数)和初婚总人数(对数)之比。

$$晚婚率=\frac{符合晚婚的初婚人数(对数)}{同期初婚总人数(对数)}\times 100\%$$

用人数计算时通常男女分别计算,因男女晚婚标准不同。用对数时,用男女双方均符合晚婚的对数。对数晚婚率常小于人数晚婚率。初婚人数一般以结婚登记人数为准,不包括复婚和再婚。

晚婚指数(LMI) 即符合晚婚年龄以上的年龄别初婚率之和与总和初婚率之比。这样消除了年龄构成的影响。它实质上是一种标准化的晚婚率。

$$LMI=\frac{晚婚年龄标准以上年龄别初婚率之和}{总和初婚率}$$

生育率分析法

生育率分析法(methodology of fertility analysis)是指用于研究生育率变化、分析计划生育工作(项目)对生育率作用大小的各种方法的总称,是计划生育评价的重要工具。

生育率是衡量育龄妇女生育水平的基本指标,但在一些发展中国家常常缺乏计算年龄别育龄妇女生育率的分母资料——年龄别育龄妇女数。在本世纪30年代Pearl首先注意到了这个问题,提出了只用分子资料来估计生育率水平及趋势,这就是分子分析技术。1971年Keyfitz清楚地用数学模型阐述避孕和人工流产对生育率的影响,被称为Keyfitz模型,也称做生殖过程分析法。1973年Wishis提出评价计划生育工作的综合性统计指标——标准夫妻保护年,以评价和比较不同地区(或不同年份)的计划生育工作的效果。1978年人口学家Bongaarts设计了一种简单的生育率直接影响因素作用的定量分析模型,用以说明结婚比例、避孕、人工流产和哺乳等因素对生育率的作用大小。这些分析技术使计划生育评价进入一个新阶段。

世界卫生组织(WHO)出版物在1979年推荐的生育率分析方法有趋势分析法、因于分析法、分子分析法、Bongaarts模型(中间变量模型)、生殖过程分析法、避孕出生数估计、出生间隔分析、模拟分析法和定群分析法等。

趋势分析法

趋势分析法(trend analysis)是应用计划生育开展前后出生率变化趋势分析计划生育工作成效的一种方法。缺乏生育率资料时,出生率的趋势分析法不失为一种有用的分析方法。

出生率的改变可由非计划生育因素(如经济、文化的发展)和计划生育因素所造成。取计划生育工作开始时年份(t年)为界点,以t年前后的出生率回归方程显示非计划生育所致出生率的变化,t年后的出生率回归方程显示非计划生育因素和计划生育工作共同作用所致出生率的变化,两根回归线的差距显示计划生育工作的效果。

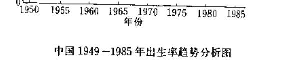
以中国1949年至1985年出生率变化为例,全国范围自60年代后期至70年代初全国开展计划生育工作,1970年前出生率拟合回归方程为:

$$CBR_t=35.7885-0.03479\,t$$

回归方程的斜率(b)为−0.03479,显示非计划生育因素所致出生率下降很小。1970年以后出生率拟合的回归方程为:

$$CBR_t=96.2006-0.9528\,t$$

该回归方程的斜率(b)较大,为−0.9528,即每年出生率下降近1‰。1975年出生率以第一个方程估计为



中国1949—1985年出生率趋势分析图

33.18‰,以第二个方程估计为24.74‰,两者差为8.44‰,说明计划生育工作有效果。

趋势分析拟合的出生率回归方程可拟合直线回归,也可拟合曲线回归,视资料特点而定(见图)。

因子分析法

因子分析法(decomposition analysis of the component for birth rate)是生育率分析方法之一。它是根据出生率计算公式将出生率的改变分解为若干成分改变的作用,以评价计划生育效果,消除和分析年龄构成对出生率的作用。常在一个地方的出生率时间序列分析中应用。

已知:出生率(CBR)$=\frac{\text{活产数B}}{\text{年平均人口数(P)}}$

总活产数(B)$=\sum Ba$

即各年龄组妇女活产数(Ba)之和

则:$CBR=\frac{\sum Ba}{P}=\sum\left(\frac{Ba}{P}\right)$

如将分子、分母同乘Wa(某年龄组妇女数)和Ma(某年龄组已婚妇女数),则上述公式可写成:

$$CBR=\sum\left(\frac{Ba}{P}\times\frac{Wa}{Wa}\times\frac{Ma}{Ma}\right)$$
$$=\sum\left(\frac{Wa}{P}\times\frac{Ma}{Wa}\times\frac{Ba}{Ma}\right)$$

式中:$\frac{Wa}{P}$为某年龄组妇女占总人口的百分比

$\frac{Ma}{Wa}$为某年龄组妇女已婚百分比

$\frac{Ba}{Ma}$为某年龄组已婚妇女生育率

可见出生率可分解为各年龄组妇女占总人口的百分比、各年龄组妇女已婚百分比和各年龄组已婚妇女生育率乘积之和。故因子分析法仅需两对比年份各年龄组的Wa/P、Ma/Wa和Ba/Ma的资料。

用i表示时期,j表示年龄组,则W_{ij}、M_{ij}和F_{ij}分别表示i时期j年龄组妇女占同期总人口的百分比、已婚妇女百分比和已婚育龄妇女生育率。表1为中国1964年(i=1)和1982年(i=2)的各年龄组的W_{ij}、M_{ij}和F_{ij}。年龄分组从15岁开始,每五岁一组,j从1到7。$\sum(W_{ij}、M_{ij}、F_{ij})$即为出生率。1964年的出生率(CBR)为0.03914,而1982年的出生率(CBR)为0.021 09。

表1 中国1964年和1982年人口出生率构成成分

年龄	1964年(i=1)				1982年(i=2)			
(j)	W_{ij}	M_{ij}	F_{ij}	$W_{ij}M_{ij}F_{ij}$	W_{ij}	M_{ij}	F_{ij}	$W_{ij}M_{ij}F_{ij}$
15−(1)	0.042 8	0.263 08	0.260 00	0.002 93	0.061 3	0.045 60	0.342 28	0.000 96
20−(2)	0.035 0	0.649 98	0.442 83	0.010 07	0.036 3	0.542 58	0.343 21	0.006 75
25−(3)	0.034 0	0.926 64	0.324 92	0.010 24	0.044 6	0.945 73	0.230 48	0.009 72
30−(4)	0.031 7	0.992 70	0.256 18	0.008 06	0.034 9	0.991 31	0.072 75	0.002 52
35−(5)	0.028 2	0.996 90	0.188 63	0.005 30	0.025 6	0.997 20	0.031 31	0.000 80
40−(6)	0.024 8	0.998 30	0.093 31	0.002 31	0.022 5	0.998 16	0.012 94	0.000 29
45−49(7)	0.021 8	0.998 30	0.010 74	0.000 23	0.022 2	0.998 49	0.002 14	0.000 05
合计				0.039 14				0.021 09

为简化符号,用CBR_{111}表示1964年出生率,CBR_{222}表示1982年出生率,二个年份出生率差(ΔCBR)为:

$$\Delta CBR=CBR_{111}-CBR_{222}=0.039\,14-0.021\,09=0.018\,05$$

即中国出生率自1964年到1982年下降了18.05‰。

ΔCBR是由于出生率的三个构成部分共同变化的结果。为分析三个构成部分各自的作用,则可计算如下:

仅改变因素W时出生率的改变为:

$$CBR_{111}-CBR_{211}=0.039\,14-0.044\,19=-0.004\,95$$

仅改变因素M时出生率的改变为:

$$CBR_{111}-CBR_{121}=0.039\,14-0.035\,26=0.003\,88$$

仅改变因素F时出生率的改变为:

$$CBR_{111}-CBR_{112}=0.039\,14-0.022\,46=0.016\,68$$

而三者之和为

$$(-0.004\,95)+(0.003\,88)+(0.016\,68)$$
$$=0.015\,61\neq0.018\,05$$

这说明三个因素独立变化所产生的出生率变化与三个因素同时改变而引起的出生率变化不同,这种差别是由于因素之间的联合作用(或交互作用)引起的。

若用A表示$\sum(W_1-W_2)M_2F_2$,即仅W从时间1(1964年)的比例变为时间2(1982年)的比例,而M和F为1982年的比例时产生的出生率改变;

B表示$\sum W_2(M_1-M_2)F_2$,即M从时期1的比例变化为时期2的比例,而W和F为时期2的比例产生的出生率改变;

C表示$\sum W_2M_2(F_1-F_2)$,即F从时期1的比例变化为时期2的比例,而W和M为时期2的比例时产生的出

生率改变；

D表示$\sum(W_1-W_2)(M_1-M_2)F_2$；

E表示$\sum(W_1-W_2)M_2(F_1-F_2)$；

F表示$\sum W_2(M_1-M_2)(F_1-F_2)$。

D、E、F分别表示二个因素同时从时期1的比例改变为时期2的比例，而另一因素为时期2的比例时产生的出生率改变。

G为$\sum(W_1-W_2)(M_1-M_2)(F_1-F_2)$，即表示三个因素同时从时期1的比例改变为时期2的比例时产生的出生率改变。

表2列出各年龄组ΔW、ΔM、ΔF和W_2、M_2、F_2的数据，并计算出A、B、C、D、E、F和G的大小。这些数据均来自表1，计算方法也类似于$\sum_{j=1}^{7}W_{ij}\cdot M_{ij}\cdot F_{ij}$

表2 中国1964年至1982年出生率变化的构成分解

年龄(j)	1	2	3	4	5	6	7	合计
$\Delta W(W_1-W_2)$	−0.018 50	−0.001 30	−0.010 60	−0.003 20	0.002 60	0.002 30	−0.000 40	
$\Delta M(M_1-M_2)$	0.217 48	0.107 40	0.019 09	0.001 39	−0.000 30	0.000 14	−0.000 19	
$\Delta F(F_1-F_2)$	−0.082 28	0.099 62	0.094 44	0.183 43	0.157 32	0.080 37	−0.008 60	
W_{2j}	0.061 30	0.036 30	0.044 60	0.034 90	0.025 60	0.022 50	0.022 20	
M_{2j}	0.045 60	0.542 58	0.945 73	0.991 31	0.997 20	0.998 16	0.998 49	
F_{2j}	0.342 28	0.343 21	0.230 48	0.072 75	0.031 31	0.012 94	0.002 14	
ΔWM_2F_2	−0.000 29	−0.000 24	0.002 31	−0.000 23	0.000 08	0.000 03	0	0.002 96(A)
$W_2\Delta MF_2$	0.004 56	0.001 34	−0.000 19	0	0	0	0	0.005 71(B)
$W_2M_2\Delta F$	−0.000 23	0.001 96	0.003 98	0.006 35	0.004 02	0.001 81	0.000 19	0.018 08(C)
$\Delta W\Delta MF_2$	−0.001 38	−0.000 05	+0.000 05	0	0	0	0	−0.001 38(D)
$\Delta WM_2\Delta F$	0.000 07	−0.000 07	−0.000 95	−0.000 58	0.000 40	0.000 18	0	−0.000 95(E)
$W_2\Delta M\Delta F$	−0.001 10	0.000 38	−0.000 08	0.000 01	0	0	0	−0.000 79(F)
$\Delta W\Delta M\Delta F$	0.000 33	−0.000 01	0.000 02	0	0	0	0	0.000 34(G)
合计								0.018 05

从表1可知：

$$\begin{aligned}\Delta CBR&=CBR_{111}-CBR_{222}\\&=A+B+C+D+E+F+G\\&=(-0.00296)+(0.00571)\\&\quad+(0.01808)+(0.00138)\\&\quad+(-0.00095)+(-0.00079)\\&\quad+(0.00034)\\&=0.01805\end{aligned}$$

可见，从时期1到时期2出生率的改变是由各种因素单独改变的作用，和二个因素及三个因素同时改变时引起出生率改变的作用总和。$\Delta CBR=0.018\,05$，大于0，说明出生率时期变化是下降。引起CBR改变的各种成分(A、B、……G)可以是正的，也可以是负的。本例A、D、E、F是负的，B、C、G是正的。

也可从公式析出：

$$CBR_{111}-CBR_{222}=A+B+C+D+E+F+G$$

设：$\Delta W=W_1-W_2 \quad W_1=\Delta W+W_2$

$\Delta M=M_1-M_2 \quad M_1=\Delta M+M_2$

$\Delta F=F_1-F_2 \quad F_1=\Delta F+F_2$

$$\begin{aligned}CBR_{111}-CBR_{222}&=\sum W_1M_1F_1-\sum W_2M_2F_2\\&=\sum(\Delta W+W_2)(\Delta M+M_2)(\Delta F+F_2)\\&\quad-\sum W_2M_2F_2\\&=\sum\Delta WM_2F_2+\sum W_2\Delta MF_2\\&\quad+\sum W_2M_2\Delta F+\sum\Delta W\Delta MF_2\\&\quad+\sum\Delta WM_2\Delta F+\sum W_2\Delta M\Delta F\\&\quad+\sum\Delta W\Delta M\Delta F+\sum W_2M_2F_2\\&\quad-\sum W_2M_2F_2\\&=A+B+C+D+E+F+G\end{aligned}$$

各因素对出生率变化所起的作用可用分割法估计，就是从A、B、C、D、E、F和G 7个成分中分割。A仅是W变化引起的改变，属于W的作用；D和E是W分别和M及F一起变化产生的结果，属于W的作用为½D和½E；G为W、M、F三者共同变化的作用，则属于W的作用为⅓G。因而W引起出生率变化的总作用是：

$$\begin{aligned}&A+\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}E+\frac{1}{3}G\\&=(-0.00296)+\frac{1}{2}(-0.00138)\\&\quad+\frac{1}{2}(-0.00095)+\frac{1}{3}(0.00034)\\&=0.00401\end{aligned}$$

计算M和F的作用方法与W同。

计算M引起的出生率变化为0.004 74，F为0.017 32。W、M、F三者对出生率作用总和等于ΔCBR。

由上分析，可知我国出生率由1964年到1982年下降了18.05‰。主要由于已婚育龄妇女生育率(F)下降所致，它使出生率下降17.32‰，占总出生率下降的95.96%。年龄别育龄妇女已婚比(M)使出生率下降4.74‰，占总出生率下降的26.26%。上述两者之和超过100%，是因为年龄别育龄妇女占总人口的构成(W)有使出生率上升的作用。若无其他两项作用，出生率可上升4.01‰。已婚育龄妇女生育率所致出生率下降不受构成影响，可粗略地看作计划生育的作用。因而出生率的因子分解法可用于评价计划生育工作的作用。

中间变量模型

中间变量模型(John Bongaarts model)是表示决定生育率的四个因素(婚姻、避孕、哺乳、人流)作用大小的数学公式，由人口学家Bongaarts提出。影响生育率的因素有社会经济因素、文化因素、环境因素、生物学因素和行为因素。社会经济、文化、环境对生育率作用是间接的，而生物学和行为因素的作用是直接的。间接作用因素变化时生育率可能不产生变化，而直接作用因素发生变化时必然会引起生育率变化，前者通过后者起作用。因此，生物学和行为因素称为影响生育率的中间变量，它主要有已婚比例、避孕、人流、哺乳、性交频数、不育症、自然流产和死产及生育期长短八个，其中以已婚比例、避孕、人工流产和哺乳是四个最重要的中间变量。其他因素在不同人群间相差不大。因而Bongaarts提出模型为：

$$TFR = TF \cdot C_m \cdot C_c \cdot C_a \cdot C_i$$

式中：TFR为总和生育率

TF为总和最大生殖率

C_m为已婚系数

C_c为未避孕系数

C_a为不人流系数

C_i为不哺乳系数

已婚系数(C_m) 反映育龄妇女已婚比例对生育率的影响。总和生育率、总和已婚妇女生育率和已婚系数的关系可用公式表示：

$$TFR = C_m \cdot TM$$

式中：TFR为总和生育率

TM为总和已婚妇女生育率

已婚系数也可写成：

$$C_m = \frac{TFR}{TM} = \frac{\sum m(a) \cdot g(a)}{\sum g(a)}$$

式中：g(a)为年龄别已婚妇女生育率

m(a)为年龄别已婚系数(百分比)

由上式可知，若$C_m=0$，即无人结婚，则TFR为0。$C_m=1$，即全部人结婚，则TFR=TM。说明TFR受TM和C_m两个因素影响。

以中国河北省深入生育率调查资料为例计算C_m(以下计算其他系数均用此资料)见表1。

表1 河北省育龄妇女和已婚育龄妇女年龄别生育率(‰)(1984)

年龄组	育龄妇女生育率	已婚育龄妇女生育率
15—19	8.9	105.3
20—24	163.5	296.6
25—29	189.6	191.0
30—34	47.9	49.9
35—39	15.5	16.3
40—44	3.3	3.3
总和生育率	2.144	3.312

注：45—49岁组生育率为0

$$C_m = \frac{TFR}{TM} = \frac{2.144}{3.312} = 0.6473$$

未避孕系数(C_c) 不同人口已婚妇女生育率差别明显，主要由于避孕。已婚妇女总和生育率(TM)、总和已婚妇女自然生育率(TNM)和未避孕系数(C_c)的关系如下：

$$TM = C_c \cdot TNM$$

若无人避孕，$C_c=1$，则TM=TNM；若有生育力妇女100%均实行有效的避孕，$C_c=0$，则TM=0

未避孕系数可由下式估计：

$$C_c = 1 - 1.08\,u \cdot e$$

式中：u为已婚妇女避孕方法应用率

e为平均避孕效率

1.08为不育校正系数

平均避孕效率根据已婚妇女使用各种避孕措施的百分比及这些避孕措施的加权平均而得见表2(各避孕方法效率计算见“避孕效果及避孕效率”条)。

$$e = \frac{\sum (u_i \cdot e_i)}{\sum u_i}$$

表2 河北省育龄妇女各避孕方法效率及应用率(1985)

避孕方法	避孕效率(e_i)	应用率(u_i)
绝育术	1.000	0.302
宫内节育器	0.889	0.296
口服药	0.888	0.035
其他	0.723	0.022
合计	0.936	0.655

$$C_c = 1 - 1.08 \times 0.655 \times 0.936 = 0.3378$$

不人工流产系数(C_a) 人工流产(以下简称人流)可减少出生，但并非一次人流就能减少一个出生，因人流周期较短，且不作人流仍有可能发生自然流产或死产。避孕失败时做人流，则人流避免出生的作用就大。一般而

言，一次人流可以避免的出生数(b)为：

$$b=u\times0.8+(1-u)\times0.4=0.4(1+u)$$

u为已经过一次人流而再避孕的妇女百分比，一般不易得到。可用已婚妇女避孕百分比代替，两者误差不大。总和人流率(TA)是人流水平的最好量测。b·TA就是假定按目前人流水平，一个育龄妇女在全部生殖期中，由人流避免的出生数(A)。

$$A=b\cdot TA=0.4(1+u)\cdot TA$$

若不作人流，妇女一生可能有出生数为TFR+A。TFR小于TFR+A，是人流的作用。故不人流系数(C_a)为：

$$C_a=\frac{TFR}{TFR+A}$$

按照公式：$TFR=TM\cdot C_m$

$TM=TNM\cdot C_c$

则：$TFR=TNM\cdot C_c\cdot C_m$

考虑到人流的作用，公式修改为：

$TFR=TNM\cdot C_m\cdot C_c\cdot C_a$

育龄妇女年龄别人流率举例如表 3。

表3　河北省育龄妇女年龄别人工流产率(1983　1984)

年龄组(岁)	育龄妇女人工流产率(‰)
15—	0.3
20—	28.5
25—	60.9
30—	29.9
35—	10.5
40—44	7.5
总和人流率(TA)	688.0

注：45—49 岁组人工流产率为 0

根据上述资料得：

$$A=0.4(1+0.655)\times0.688=0.4555$$

$$C_a=2.144/(2.144+0.455)=0.8488$$

不哺乳系数(C_i)　在哺乳时通过婴儿吮吸而刺激母体垂体激素释放，抑制排卵，从而延长妇女产后闭经期，以致出生间隔延长，出生减少。Bongaarts估计不哺乳时，产后只有 1.5 个月为不孕期，而妊娠和受孕期可有 18.5 个月，故不哺乳系数(C_i)为：

$$C_i=\frac{20}{18.5+i}$$

式中：i为平均产后不孕期或闭经期

不哺乳系数、总和已婚妇女自然生育率和总和最大生殖率(无哺乳，TF)的关系是：

$$TNM=C_i\cdot TF$$

i可通过直接调查妇女产后闭经期获得，也可用平均哺乳时间推算。产后哺乳期(L)和产后闭经期(i)的关系是：

$$i=1.753\cdot e^{0.1396L-0.001872L^2}$$

例如调查河北省妇女中位产后闭经期为 5.91 月。

$$C_i=\frac{20}{18.5+5.91}=0.8193$$

因此结婚、避孕、流产和哺乳四个中间变量对生育率总的作用可用下列公式表示：

$$TFR=TF\cdot C_m\cdot C_c\cdot C_a\cdot C_i$$

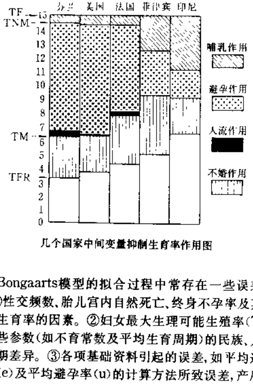
Bongaarts认为，妇女总和最大生殖率(TF)在 13—17 之间，视不同人群而异。以河北省为例，其中间变量模型为：

$$TFR=14.51\times0.6473\times0.3378\times0.8248\times0.8193=2.144$$

根据中间变量模型可分别估计已婚比、避孕、流产和哺乳对生育率的抑制作用，并可对两个地区或两个时期的各中间变量作用进行比较(见图)。中间变量对生育率抑制作用可用对数法估计。公式：

$$E_x=(TF-TFR)\cdot \lg C_x/\sum \log C_x$$

(x可以是m、c、a或i)



几个国家中间变量抑制生育率作用图

Bongaarts模型的拟合过程中常存在一些误差因素：①性交频数、胎儿宫内自然死亡、终身不孕率及其他抑制生育率的因素。②妇女最大生理可能生殖率(TF)和一些参数(如不育常数及平均生育周期)的民族、人群和时期差异。③各项基础资料引起的误差，如平均避孕效率(e)及平均避孕率(u)的计算方法所致误差，产后不孕期(i)、妇女已婚比、避孕、人流资料及生育率(TFR)资料的时间误差。

分子分析法

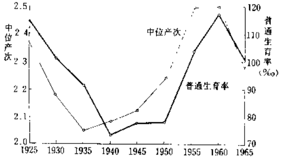
分子分析法(numerator analysis)是只应用生育率计算中的分子(活产)资料(如产次、孩次)进行生育水平

分析的方法。分子资料比较容易得到，可以从出生登记机构、医院及一些普查资料中得到。在缺乏分母资料时，可用此法。

下表是上海市卢湾区 1952 年至 1980 年活产平均产次和各产次百分比。表中数字说明，自 1952 年以来该区的平均产次不断下降，第一产次的比重越来越大，高产次百分比逐步下降，与出生率和总和生育率（计算方法见“生育率”条目）下降趋势基本一致。从美国 1925—1965 年间的资料（图）显示，中位产次与普通生育率趋势平行，说明分子分析法是一种简单有用的生育率分析法。

上海市卢湾区 1952—1980 年平均产次和各产活产占当年活产数百分比

年份	产次								出生率	总和	平均
	1	2	3	4	5	6	7	≥8	(‰)	生育率	产次
1952	17.89	18.30	16.50	14.40	11.20	8.10	4.80	8.81	35.67	4.47	3.76
1957	16.70	19.51	17.40	14.30	10.80	9.00	5.70	6.59	41.67	5.34	3.70
1962	23.29	18.30	16.76	14.66	10.69	6.89	4.03	5.38	20.70	3.92	3.39
1967	40.92	24.39	16.45	9.92	4.65	2.03	0.92	0.72	7.77	1.41	2.24
1972	53.49	28.45	11.76	3.87	2.43	0	0	0	7.13	1.21	1.73
1977	76.49	22.44	1.07	0	0	0	0	0	6.98	1.00	1.31
1980	93.02	6.93	0.05	0	0	0	0	0	8.57	0.89	1.07



美国 1925—1965 年育龄妇女活产中位产次和普通生育率图

避免出生数估计

避免出生数（avoided birth）是指开展计划生育工作后减少的出生数，它是计划生育工作评价指标之一。通过每年避免出生数比较可显示计划生育工作进展和效果，避免出生数计算方法可因资料和要求不同而不同。

用出生率和生育率估计避免出生数（B）

（1）应用出生率估计避免出生数：即某地某年出生率（CBR_0）减去t年出生率（CBR_t）后乘t年人口数（P_t）：

$$B=(CBR_0-CBR_t)\cdot P_t$$

此法资料易得，但估计较粗，误差较大。误差可来自人口的性别、年龄别构成的变化和经济文化发展等非计划生育因素所造成的出生率改变。

（2）应用年龄别生育率估计避免出生数：以未开展计划生育时的年龄组生育率为某年生育率（$f_{i,0}$），减去计划生育开展后t年的年龄组生育率（$f_{i,t}$），得出减少的年龄组生育率，再乘以年龄组育龄妇女数（$F_{i,t}$），即得该年某年龄组育龄妇女的避免出生数（B_i）

$$B_i=(f_{i,0}-f_{i,t})\cdot F_{i,t}$$

$$B=\sum B_i$$

i为年龄组，$f_{i,0}$、$f_{i,t}$、$F_{i,t}$和B_i分别为各年龄组妇女的基年生育率、t年生育率、t年人数和t年避免出生数。总避免出生数（B）为各年龄组妇女避免出生数（B_i）之和。

本法去除了因年龄别构成造成的误差，但未去除非计划生育因素所造成的下降。

（3）Lee和Isbister模型：这是应用潜在生育率估计因计划生育避免的出生数。潜在生育率就是避孕妇女在未用避孕时的生育率。t年i年龄组应用完全有效的避孕妇女数（$Q_{i,t}$）乘上该年龄组妇女的潜在生育率（g_i），即得i年龄组妇女避免出生数（B_i）。

$$B_i=g_i\cdot Q_{i,t}$$

$$B=\sum B_i$$

此法有以下不足：①g_i难以正确估计。一般认为应用避孕妇女比未避孕者生育率低 20%。可用她们未避孕时的生育率，但资料常缺乏。②完全有效避孕妇女数难以得到。③避孕失败所致意外怀孕和避孕中止（如避孕环脱落等）使避免出生数估计偏高。

（4）用年龄产次生育率法估计避免出生数：找出年龄（x）与产次（P）之间的数量关系：

$$P_x=a+b_x$$

x+1 与x岁的产次差就是预期x岁年龄别生育率（$ASFR_x$）：

$$ASFR_x=P_{x+1}-P_x$$

由此计算某年x岁妇女避免出生数（B_x）：

$$B_x=\frac{W_x\cdot ASFR_x\cdot(1+u_x)}{2}=\frac{W_x\cdot P_a\cdot P_b\cdot(1+u_x)}{2}$$

式中：W_x为某年x岁应用避孕妇女数

u_x为x岁妇女避孕年续用率

$(1+u_x)/2$ 为年均避孕百分数

$\frac{W_x \cdot ASFR_x \cdot (1+u_x)}{2}$为x岁妇女应用完全有效避孕方法的避免出生数

P_a为避孕失败怀孕的百分比

P_b为怀孕后活产的百分比

$\frac{W_x \cdot P_a \cdot P_b \cdot (1+u_x)}{2}$为x岁妇女应用避孕失败后仍生育的活产数

此法较粗，但缺乏生育率资料时可用。

（5）应用避孕现用率模型估计避免出生数：用避孕现用率及避孕系数对未实行计划生育时的年龄别(i)育龄妇女生育率($f_{i,0}$)进行估计，进而计算避免出生数。

$$f_{i,0}=\frac{f_{i,t}}{1-e_i \cdot p_i}$$

$$B_i=(f_{i,0}-f_{i,t}) \cdot F_{i,t}$$

$$B=\sum B_i$$

式中：$f_{i,t}$为t年i年龄组妇女生育率

e_i为年龄别避孕系数

P_i为因计划生育的避孕现用率

$F_{i,t}$为t年i年龄组妇女数

e_i的标准值为：

$e_{15-19}=0.620$　　$e_{20-24}=0.620$

$e_{25-29}=0.823$　　$e_{30-34}=0.940$

$e_{35-39}=1.022$　　$e_{40-44}=1.309$

$e_{45-49}=1.898$

（6）应用夫妻保护年估计避免出生数：用夫妻保护年方法计算公式是：

$$B_i=E_i\left(CCYP_i \cdot \frac{100-P_i}{100} \cdot \frac{N_iA_i}{12}\right)$$

$$B=\sum B_i$$

式中：P_i为因某避孕方法年龄别受孕率

$\frac{100-P_i}{100}$为因避孕失败对粗夫妻保护年的校正

N_i为某年年龄别避孕新接受者

A_i为该年龄一个妇女应用避孕和产后闭经的平均重复时间

$\frac{N_iA_i}{12}$为因避孕应用无效扣除的时间(年)

夫妻保护年计算及各符号意义(见“标准夫妻保护年”条)。

用避孕有效时间估计避免出生数　主要有以下两种模型。

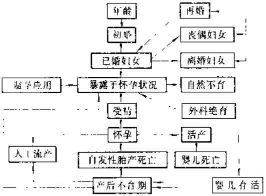
（1）Keyfits模型：应用此模型估计一个人工流产(未用避孕)避免出生数(B_1)、一个避孕失败人流避免出生数(B_2)，或一个避孕失败以活产为结局时所避免出生数(B_3)。然后根据人流妇女中未避孕的比例(P_1)、避孕妇女结局中人流和活产的比例(分别为P_2和P_3)以及t年人流数(A)、t年新用避孕妇女人数(W)，可估计出t年成功避免出生数(B)。

$$B=B_1 \cdot P_1 \cdot A+B_2 \cdot P_2 \cdot W+B_3 \cdot P_3 \cdot W$$

（2）Potter模型：主要用于计算应用避孕环所避免的出生数，根据此模型计算每个避孕环避免出生数，乘上当年新放置避孕环数，得该年放置避孕环将避免的出生数。

模拟分析法

模拟分析法(simulation analysis)是指建立一个生殖过程的模型后，在计算机上进行研究计划生育项目及其他因素对生育率影响的方法。模拟的模型有多种，主要分两大类：应用于人群的模型和应用于个体的模型。变量可以是人口学变量，如年龄、婚姻状况等；也可以是生物学变量，如生殖率、妊娠结局、产后不孕期等，下图为应用于个体的一种模型：



应用于个体的模型图

根据此模型可建立一系列的方程，并依据实际情况拟合参数，在此基础上进行模拟分析。当改变某一参数时，生育率会有相应变化，从而可以评价各因素(包括计划生育项目)对生育率的作用。

人口再生产指标及评价

人口再生产指标(index of reproduction)主要用以反映上下两代(或新老两代)人之间数量上的关系，即下一代对上一代人的更替情况的指标。人口再生产研究人口的动态过程，就是人口新一代出生、成长和老一代衰老、死亡的这种人口延续和更新的过程。

粗再生产率(GRR)　又称粗繁殖率。它是根据某一年的年龄别育龄妇女生育率计算得的平均一个妇女一生生育的女孩数，是下一代刚出生的女儿与上一代母亲的比值，可粗略地反映人口更替状况。

$$GRR=\sum_{x=15}^{49} f_x \cdot \delta=\delta \sum_{x=15}^{49} f_x=\delta \cdot TFR$$

δ为出生婴儿中的女婴百分比，f_x为育龄妇女年龄别生育率。可见粗再生率是总和生育率与活产中女婴所占百分比的乘积。

净再生产率(NRR)　又称净繁殖率，是指从出生的女婴中扣除那些没有活到母亲生育她们时的年龄就死去的那一部分人，求得平均一个妇女一生生育能接替她生育职能的女婴数。它反映下一代母亲与上一代母亲人数的比例。

$$NRR=\delta \cdot \sum_{x=15}^{49}(f_x \cdot L_x)/100\,000$$

f_x为育龄妇女年龄别生育率，L_x为女性寿命表中年龄别生存人年数。若每五岁一组分组时，则

$$NRR=\delta\sum_x({}_5f_x \cdot {}_5L_x)/100\,000$$

${}_5f_x$为15—49岁中某一年龄组生育率，${}_5L_x$为女性寿命表中某年龄组生存人年数。

净再生产率大于1，说明下一代妇女多于上一代妇女数，人口将增殖；小于1，则人口将减少；等于1，则人口数将维持不变，此时的生育水平称为人口更替生育水平。人口再生产率对于分析人口长期发展趋势有较大意义。

平均世代年数　是指某一年母亲(假设为某一代母亲)生育儿女时的平均年龄。

$T=\sum[(x+0.5)\cdot f_x \cdot L_x]/\sum(f_x \cdot L_x)$(一岁一组)

或$T=\sum[(x+2.5)\cdot {}_5f_x \cdot {}_5L_x]/\sum({}_5f_x \cdot {}_5L_x)$(五岁一组)

平均世代年数(T)本质上是同一批人(同一出生队列)的指标，但通常是根据某一年的生育资料和寿命表上的生存人年数计算的，即假设没有某一出生队列妇女按某一年各年龄妇女的生育情况生育，其生育的儿女按该年各年龄妇女的生存率生存的条件下两代人的平均年龄差，所以它实际上反映的是某一时期水平。但不能用来衡量生育水平的高低，必须把平均世代年数同其他指标结合起来应用，才能较全面地评价人口再生产情况。

人口内在自然增长率　净再生产率是指假说目前生育水平长期持续下去时可出现的两代人数的比例，有时虽<1，但由于生育旺盛的年构成比重大，以致出生人数仍高于死亡人数，总的人口数仍在增长，此时实际自然增长率是正数。但目前从人口再生产的内在发展来看，已呈现减少的趋势，故可用人口内在自然增长率(K)表示这种趋势。

$K=\sqrt[T]{NRR}-1$

或$K=l_nNRR/T$

NRR为净人口再生产率，T为平均世代年数。

例：中国1981年人口再生产率，平均世代年数和人口内在自然增长率的计算(见表)。

中国1981年人口再生产率及平均世代年数计算

年龄组 x (1)	组中值 x (2)	育龄妇女生育率‰ ${}_nf_x$(3)	女性寿命表人年数 ${}_nL_x$(4)	${}_nL_x\cdot{}_nf_x$ (5)=(3)×(4)	${}_nL_x\cdot{}_nf_x\cdot x$ (6)=(2)×(5)
15—19	17.5	6.02	468 283	2 819.06	49 333.58
20—24	22.5	146.63	465 648	68 277.97	1 536 254.33
25—29	27.5	238.73	462 375	110 382.78	3 035 526.45
30—34	32.5	86.50	458 738	39 680.84	1 289 627.30
35—39	37.5	33.24	454 355	15 102.76	566 353.50
40—44	42.5	14.37	448 638	6 446.93	273 994.53
45—49	47.5	3.15	440 733	1 388.31	65 944.73
合计		2 643.2		244 098.65	6 817 034.39

总和生育率(TFR) $=5\cdot\sum_x {}_5f_x$
$=5(0.006\,02+0.146\,63+\cdots\cdots+0.003\,15)$
$=2.643\,2$

粗再生产率(GRR) $=\delta TFR=0.485\,3\times2.643\,2$
$=1.282\,7$

净再生产率(NRR) $=(\delta\sum{}_nf_x\cdot{}_nL_x)/100\,000$
$=\dfrac{0.485\,3\times244\,098.65}{100\,000}$
$=1.184\,6$

平均世代年数(T) $=(\sum{}_nf_x\cdot{}_nL_x\cdot x)/(\sum{}_nf_x\cdot{}_nL_x)$
$=\dfrac{6\,817\,034.39}{244\,098.65}=27.517\,7$(年)

人口内在自然增长率(K) $=\dfrac{1}{T}L_nNRR$
$=\dfrac{1}{27.517\,7}L_n1.184\,6$
$=2.67‰$

人口内在自然增长率是一个封闭人口长期维持现有年龄别生育率和年龄别死亡率，从而在未来达到稳定人口状态的那种自然增长率，因而与目前人口的年龄构成无关。它可帮助人们透过现存的现象看到人口未来发展的真正趋势。

生育率影响因素

生育率影响因素(determinants of fertility)是指在不同特征人群中控制和促进人口增长的社会学、生物学和行为学因素。直接影响生育的因素称为直接作用因素，也称中间变量；先作用于中间变量，再影响生育的因素称为间接作用因素。

中间变量有：①影响性生活的因素，如初婚年龄、不婚率、婚姻状况、禁欲、疾病所致性生活中止(阳萎等)、性交频数等。②影响受孕的因素，如不育症、生殖力、月经初潮年龄、绝经年龄、避孕、绝育和哺乳等。③影响怀孕

和分娩的因素，如死产、死胎和人工流产等。中间变量也可分为生物学因素和行为学因素。月经初潮年龄、绝经年龄、生殖力、性交频数、不育症、疾病致性生活中止（阳萎）、宫内死亡等属生物学因素。而初婚年龄、不婚率、婚姻状况、禁欲、避孕、绝育、哺乳和人工流产属行为学因素。婚姻、避孕、人工流产和哺乳是生育率的最重要中间变量。这些中间变量通过影响生育间隔和生殖年龄长度来影响生育率。

影响生育率的间接因素有：①婚姻及生育经历。②夫妇个人的社会经济和人口学特征，包括受教育情况、就业与职业、收入和财产、居住地、夫妻年龄差、健康及营养状况、宗教信仰、种族和参加社会活动的程度。③社会背景状况，如社会卫生状况、经济发展水平、政府对生育的政策、人口结构、子女的价值观、社会道德规范和习惯势力（如产后禁欲习惯）等。

生物学因素 国内外资料表明，随人民生活水平提高和营养状况改善，妇女月经初潮年龄每 10 年提前 0.3—0.4 岁，即 25—30 年提前 1 岁，闭经年龄也有所推迟。如初婚年龄及避孕应用情况不变，则生育期延长，生育率上升。

人的自然生殖力指每个妇女 1 个月经周期的受孕可能性，从 0 到 0.5。一般认为 20—29 岁妇女生殖力最旺盛，约 0.2—0.3。生殖力 0.2，意味着妇女在正常性生活情况下平均经过 5 个月才怀孕。有生殖力的妇女才可能生育。人的生殖力高，则自然生育率高。自然生育率指每 1 000 对已婚同居而不避孕的夫妇 1 年内生育的活产数。不同年龄妇女自然生育率不同，据估计，20—24 岁为 435‰，25—29 岁为 400‰，30—34 岁为 375‰，35—39 岁为 300‰，40—44 岁为 150‰，45—49 岁在 25‰左右。

男性精子的存活时间为 28—48 h，妇女卵子的存活时间为 12—24 h，因而性交的频数与受孕的概率密切相关。性交频数高，受孕所需时间短，反之则长。据研究，性生活每周 2 次以下、2—3 次和 3 次以上者，怀孕所需的平均时间分别为 7.1，4.5 和 4.4 月。性交的频率在不同的年龄组明显不同，25—29 岁妇女平均每周 2.7 次，而 40—44 岁妇女每周仅 0.8 次。

宫内死亡导致自发性流产和死产，可延长出生间隔以致生育率降低。宫内死亡可因疾病、子宫功能不成熟或衰退所致，并随年龄增长而增高。估计，怀孕 4 周后到出生的宫内死亡率为 23.7%。

疾病和营养状况是影响生育率的重要因素。主要有传染病、寄生虫病、营养性疾病、代谢及内分泌紊乱、退行性疾病、肿瘤、遗传和染色体疾病，以及某些物理化学因素所致的疾病。传染病以疟疾以及梅毒、淋病等性传染病对生育率影响明显。它们通过影响月经初潮及闭经年龄，哺乳和产后闭经期、性交频数及胎儿宫内死亡的机会而对生育率产生作用。

行为学因素 一般说来，只有婚姻把男女联结在一起时，生殖力才有可能变为生育率。育龄妇女结婚率和已婚比高，生育率就上升。已婚比的高低与人口年龄构成有关，也受法定婚龄和计划生育政策影响。初婚年龄推迟，延长了两代人的间隔，从而限制了终身生育率。终身不婚率和离婚率的增高使生育率降低。少数非洲国家终身不婚率高达 10%，中国 1%左右。非婚性生活和怀孕在西方国家较为普遍，中国则较少发生。

禁欲与风俗习惯有关。某些地区（如非洲）的妇女在带养婴幼儿时期有禁欲习惯，禁欲时间一般为 2—3 年。这种生育后的禁欲可使生育率降低。

避孕和绝育是控制人口的最重要措施。一个国家已婚妇女避孕率越高，总和生育率及出生率越低。根据中国 1982 年全国 1‰生育率抽样调查和 1985 年上海、河北、陕西第一期深入生育率调查表明，中国育龄妇女节育率在 75%—80%左右，是世界上节育率最高的国家之一。中国育龄妇女应用的避孕方法，宫内节育器占 50%左右，女性结扎 25%左右，男性结扎和口服避孕药各占 10%，其他口服药、避孕套等方法应用较少。不同国家和地区在避孕方法上的差别与避孕药具的供应及人们对避孕方法的认识有关。经济、文化和传统习惯不同，对避孕方法的认识也不同。中国城市应用避孕药和避孕套的百分比高于农村，年轻妇女使用避孕药和宫内节育器比重大于年长妇女。绝育在年长妇女中和多子女的妇女中容易接受，绝育率随着子女数的增多而增高。

婴儿母乳喂养时间的长短也影响生育率。各国母乳喂养时间长短差别很大，美国波斯顿仅 1.5 月，哥伦比亚城市 6 个月，菲律宾农村 12 个月，印尼的一些地区长达 26.5 个月。中国 1985 年深入生育率调查，上海市中位母乳喂养时间 12 个月，河北和陕西长达 24 个月。

一般避孕方法的效果在 95%左右，避孕失败很难避免。人工流产是控制生育的重要辅助措施。人工流产使生育间隔延长，从而降低生育率。一般估计，一次人流在不避孕时减少 0.4 个活产，有避孕时减少 0.8 个活产。据 1985 年深入生育率调查，陕西、河北、上海总和人流率分别为 0.276、0.375 和 1.221。上海市 1982 年资料，市区育龄妇女平均人流数为 0.63 次；育龄妇女中 50.3%从未流产过，流产 1 次者 34.8%，2 次者 11.8%，3 次以上者 3.1%，与日本情况相近。

婚姻、避孕、哺乳和人工流产是最重要的中间变量，这些因素使人群的生育率从总和最大生殖力 15—17 个活产左右降为实际的总和生育率。四个因素的作用大小，不同国家和地区不同。在大部分发展中国家，哺乳作用最大，婚姻次之，避孕作用较小，人流作用最小。在发达国家，一般来说避孕作用最大，婚姻次之，人流和哺乳作用均很小。中国 1985 年深入生育率调查表明，河北、陕西和上海均以避孕为最重要，分别起 52.4%、50.1%和 42.3%的作用；在河北和陕西起第二位作用是婚姻，占

21.0%和26.2%，在上海为人流，占25.7%；在上海第三位作用为婚姻，占22.2%；河北和陕西为哺乳，分别占96%和11.2%。上海哺乳作用很小，仅3.7%，北京和陕西人流作用最小，分别为9.3%和6.7%。婚姻、避孕、哺乳和人流四个因素对总和生育率的下降起了90%以上的作用。

婚姻及生育经历 婚姻和性结合单位的形成或解体（离婚、分居和死亡）会影响生育，以往的婚姻和生育经历对妇女后来的生育也产生作用。婚姻模式，如婚约的、临时性的和法律的性结合，一夫一妻和一夫多妻制或一妻多夫制、核心家庭和扩展家庭对生育影响均不同。如法律的婚姻应用避孕合法，取得避孕药具方便，一些地区为了有孩子而婚前先同居，怀孕后才结婚。

以往的生育经历对以后的生育有影响。有了孩子促进夫妇提高照料孩子的能力，有可能暂时地抑制生育。已有孩子的数目和性别若已满足夫妇要求，也可抑制以后的生育。

夫妇的社会经济和人口学特征 文化程度对于生育率的作用是公认的。一个国家和地区、育龄妇女的文化程度越高，生育率越低。中国1982年人口普查结果清楚表明，大学文化程度妇女生育率76.64‰，而文盲妇女生育率95.47‰；多孩比在大学文化妇女中占1.23%，文盲妇女占40.19%；一孩比在大学文化妇女占88.55%，文盲妇女为32.10%。文化程度高的妇女，需把更多时间花费在专业上，她们更能理解国家计划生育政策，因而不希望孩子太多。

妇女参加社会劳动，可抑制其生育。不同职业妇女生育情况不同。据1982年人口普查资料，从事农业和牧渔劳动的妇女生育率最高，达94.35‰，国家机关干部和办事人员最低，占33.22‰；一孩比例相反，前者仅41.0%，后者为83%。不同职业妇女的生育率差别与文化程度有关，也与收入密切相关。

城乡的生育率有明显的差别，农村高于城市。据1985年中国第一期深入生育率调查，陕西、河北和上海，已婚育龄妇女平均生育数，城市分别为2.38、2.39和1.32，农村分别为2.92、2.49和1.82。中国1981年总和生育率农村2.9，城市1.39。城市和农村生育率的变化特点也不同，一般而言城市生育率下降快，农村生育率离散性小，反应性大。城市和农村的生育水平主要是由于城乡经济和文化的差别所造成。宗教信仰也常是影响生育率的因素之一。

社会背景状况 社会经济发展水平是影响生育率的基本因素。发达国家的生育水平明显低于发展中国家，这是经济文化的长期结果。中国1982年人口普查总和生育率在2.2以下的9个省、市，大都集中在东南沿海经济文化较发达地区，而总和生育率在3.5以上的6个省、自治区均在西南、西北经济后进地区。人均收入与生育率呈明显负相关。中国30多年来生育水平的急剧下降，反映了计划生育政策的重要作用如提倡晚婚，上海市区70年代平均初婚年龄达28—29岁；提倡"一对夫妇只生一个孩子"后，1980年上海市区二孩率仅3.8%。计划生育政策能否得以实行视其是否有切实的相应措施，如强有力的计划生育工作网、免费的计划生育服务等。

孩子对于父母的价值，会影响生育数的多少。父母需要孩子有的是为了生活的乐趣，有的希望年老时得到孩子照顾，也有为了"传宗接代"。理想子女数是妇女对孩子价值观的一种反映，这与妇女的文化、职业和经济地位有关。城市理想子女数比农村少。1985年第一期深入生育率调查表明，上海农村平均理想子女数为1.87，城市1.60。男女孩的价值对不同的父母不相同，在独生子女政策下，上海农村65%妇女要儿子，16%要女儿，而市区72%妇女对要女儿或儿子视随便态度。

社会的道德观规范和习惯势力也对生育率产生一定的影响。旧中国寡妇必须守节的封建意识对生育率有抑制作用，当然对全国的生育率作用是不大的。

人工流产率和人工流产比

人工流产率（induced abortion rate）和人工流产比（induced abortion ratio）指应用和不应用避孕措施的妇女，意外和非意外地怀孕后，采用人工流产术来达到节育目的的指标，用以测量和评价人工流产水平、评价计划生育。人工流产率与总人数或育龄妇女数相联系。人工流产比与活产或妊娠数相联系。

粗人流率（CIAR） 表示某地一定时期（通常为一年）内的每千人口的人流数，分母与出生率相同，是年平均人口数

$$CIAR=\frac{某地某年人流数(A)}{该地同年年平均人口数(P)}\times 1\,000‰$$

育龄妇女人流率（GIAR） 就人工流产行为而言，只发生在一定年龄的妇女中，因而育龄妇女人流率就更具有反映人工流产水平的意义。育龄妇女通常指15—49岁妇女。

$$GIAR=\frac{某地某年人流数(A)}{该地同年平均育龄妇女数(W)}\times 1\,000‰$$

年龄别育龄妇女人流率（ASIAR） 不同年龄妇女的人流发生情况不同，因而计算年龄别人流率可更好地反映人流的水平。年龄可每五岁一组，亦可每一岁一组。

$$ASIAR_i=\frac{某地某年某年龄组妇女人流数(A_i)}{某地同期该年龄组妇女数(W_i)}\times 1\,000‰$$

总和人流率（TIAR） 总和人流率既消除了年龄构成的影响，又能综合地反映人流水平，是测量人流水平的较好指标。总和人流率为年龄别育龄妇女人流率之和乘上年龄组距。

$$TIAR=n\cdot\sum ASIAR_i$$

$ASIAR_i$为年龄别育龄妇女人流率

n为组距

人工流产活产相对比(IARB)　指一定时期内人工流产数与活产数两者之比。

$$IARB=\frac{该地同期人流数}{某地某年活产数}\times 100\%$$

对年出生率变化较大的地区,用某年的人工流产数与相应晚6个月的活产之比,以显示有近似队列的概念。

人工流产构成比(IARP)　指以活产和人工流产为结局的妊娠中人工流产所占的百分比。妊娠结局可有人工流产、自然流产、死胎、死产及活产。在人工流产构成比的分母中只包括活产及人工流产,而不考虑死胎、死产及自然流产。人工流产活产相对比(R)可与人工流产构成比(R′)相互转换:

$$R'=R/(1+R)$$
$$R=R'/(1-R')$$

计算人工流产活产相对比的优点是分母活产数可得到较准确的数字。但在特定范围的人群中,人工流产活产相对比值可能会非常高,例如在很年轻妇女人群中,常会产生人工流产多而活产数很少。人工流产构成比反映了计划生育开展地区的妇女对妊娠结局的决策:是活产还是人流。无论人工流产活产比还是人工流产构成比都可因遗漏非法人工流产或婚前人工流产而致数字不够准确。

年龄别人工流产构成比　年龄别人工流产构成比的年龄为活产和人工流产的妇女受孕时年龄,由人流和活产的终止年月及妊娠月数推算而得。用妊娠终止的年龄和受孕时的年龄计算的年龄别人工流产构成比有明显不同。

其他各种人工流产率及人工流产比　如胎次别人工流产构成比,不同婚姻状况的人工流产构成比,妇女一生中有过人工流产的比例等指标。目前世界各国尚缺乏资料以队列来计算其终身人工流产率。

健康危害因素评价

健康危害因素评价

健康危害因素(health risk factor)评价是在慢性病预防工作中进行个体健康评价及疾病预测的一种方法,是近20多年来发展的。慢性病通常和人们的行为、生活方式、环境、生物遗传和医疗卫生服务中存在的致病因素有密切联系。危害因素是指在人体内外环境中与疾病发生、发展及死亡有联系的各种诱发因素。危害因素作用量的积累及作用时间的延长,使症状和体征逐渐显示出来。危害因素与疾病发生、发展及死亡间存在一定的因果及数量联系,健康危害因素评价是研究危害因素与慢性病发病率及死亡率之间数量依存关系及其规律性。如通过了解吸烟种类、吸烟量、开始吸烟年龄、吸烟时间长短及戒烟与否可以预测肺癌可能发生的概率,这是健康危害因素评价的任务之一。

危害因素分类　危害因素可分为:①环境因素,包括自然、社会和心理环境因素。②个人行为因素,如生活方式、生活危害因素、职业危害因素及消费方式。③生物遗传因素。④医疗卫生服务,如医疗、预防和疗养康复服务中的危害因素等。

危害因素与疾病的联系　健康危害因素评价的目的是阐明诱发疾病的前驱因素(即危害因素)与发病率及死亡率之间的数量联系。研究危害因素与疾病之间联系时要参考下列原则:①选择危害健康最严重的疾病列为研究对象。②选择普遍存在的、对疾病有确定联系的危害因素作为重点。③特别重视在行为生活方式和环境中存在的危害因素,通过积极的预防措施改变人们的行为特征,改善内外环境因素,降低发病率及死亡率。④采用比较准确、完整、易于收集的死亡率资料进行健康危害因素评价;如能收集发病率资料,同样可用于健康危害因素评价。⑤对与疾病尚未确定有因果联系的危害因素,要积极研究,得出肯定或否定的结论。⑥测定危害因素时定量描述优于定性描述。

已经明确的危害因素有:①动脉粥样硬化性心脏病:收缩压和舒张压升高,糖尿病,血清胆固醇增高,静坐作业缺乏体力活动,心血管疾病阳性家庭史,吸烟,紧张及肥胖。②肺癌:吸烟。③乳房癌:阳性家庭史,哺乳史,有无定期自我检查乳房肿块的制度。④子宫颈癌:社会地位,经济状况,结婚年龄,有无定期做宫颈涂片检查制度。

⑤肠癌：肠出血，肠壁溃疡，肠息肉，有无定期做直肠镜检查。⑥慢性风湿性心脏病：心脏杂音，风湿热。⑦肝硬化：饮酒史，肝炎史，血吸虫病史。⑧糖尿病：肥胖，年龄，阳性家庭史，高血压，血清胆固醇增高，吸烟。⑨车祸：驾驶员酒后驾车，服用药物史，驾车里程。⑩意外伤害：饮酒，家庭纠纷，犯罪记录，滥用药物，矛盾冲突，社会经济急剧变化。⑪脑溢血：高血压，吸烟，年龄及血清胆固醇增高。⑫慢性支气管炎：肺炎，吸烟。

健康危害因素评价方法 收集个人生活方式及环境中存在的危害因素，疾病遗传史，健康检查及实验室检查结果，作为预测疾病发生的前驱诱发因素，与当地同年龄（常以5岁为年龄分组组距）、同性别组平均死亡率比较，计算个人今后发生某种疾病死亡的概率，根据死亡概率的预测值，算出个人的评价年龄。评价年龄是衡量个人存在危害因素高低而得出相应的指标，与实际年龄相比得出危害因素高于或低于平均水平的结论。如果个人采取措施降低危害因素可以降低死亡机率，按死亡率和年龄间存在的函数关系，从降低危害因素后计算的死亡率推算年龄得出的预测年龄称增长年龄。通过比较实际年龄、评价年龄和增长年龄三者之间的差别，可以了解危害因素对寿命可能影响的程度以及降低危害因素可能对寿命延长的程度。

危害因素评价的步骤 ①拟订调查表，收集个人危害因素资料。②收集当地分年龄、性别组的各类疾病死亡率，作为个体评价比较的依据。③将危害因素转换成危害分数。危害分数是用于评价危害因素严重程度的一种评分标准，是按年龄性别及危害因素大小给予不同的分值。当危害因素相当于平均水平时，危害分数为1，意味着个人因危害因素而发生某病死亡的概率相等于当地死亡率的平均水平，危害因素严重则危害分数大于1.0，则个人发生某病死亡概率超过死亡率的平均水平；危害因素越大，危害分数越大，则死亡概率越高于平均水平；反之，当危害因素较低，则危害分数小于1，个人发生某病死亡概率小于当地死亡率平均水平。危害分数转换表由Robin和Hall提出，按年龄性别分组，不同疾病有相应的危害分数可供转换计算。④计算组合危害分数。与死亡有关的危害因素只有一项时，危害分数即为组合危害分数；当疾病相应的危害因素超过一项时，将危害分数大于1以上的各项值相加，等于和小于1的各项值相乘，将上述两项值相加即为组合危害分数。⑤疾病别平均死亡率乘该项组合危害分数得出平均存在危害。⑥将各组疾病的存在危害相加，得出存在危害总和，根据死亡率和年龄间呈现的函数关系，从合计存在危害时得出相交的年龄称评价年龄。对照实际年龄与评价年龄的差数说明个人危害因素对寿命可能的影响。危害因素低时，则评价年龄要低于实际年龄；危害因素高时，则评价年龄高于实际年龄，危害因素与评价年龄间存在数量依存关系。⑦根据本人存在的危害因素，提出降低危害因素的建议，如服降压药降低血压、参加体育活动、戒烟、少饮酒和定期做健康检查等。如个人遵照医嘱采取上述措施，可以降低危害因素，减少危害分数，按同样原则得出增长年龄。⑧分析实际年龄、评价年龄和增长年龄三者之间的关系。评价年龄高于实际年龄，说明个人存在危害因素，预测死亡率可能高于当地死亡率平均水平；增长年龄与评价年龄之差说明评价者在降低危害因素后可能延长寿命的岁数。

接触—效应和接触—反应

接触—效应（exposure effect）及接触—反应（exposure response）关系主要用于描述机体与环境危害因素接触后，所形成的因果关系，相当于药理学和实验毒理学上所用的"剂量—效应"及"剂量—反应"关系，均指危害因素作用于生物体的量与引起某种生物效应的强度或发生率之间的相关状况。

"接触—效应"关系和"接触—反应"关系两词的概念常相互混淆，过去在文献中的使用也往往是可以互换的。但两词含义实际上有所不同，应予区别使用。

接触—效应关系是指个体或群体接触某一定量危害因素与一定程度健康效应之间的关系，例如，铅接触者尿中δ-氨基-γ-酮戊酸（δ-ALA）排出量与血铅水平的关系。而接触—反应关系则指群体接触某一定量危害因素与群体中产生某种程度效应者的百分率的关系，例如，在接触铅的群体中产生不同程度神经传导速度异常人数的百分率与血铅水平的关系，如表所示。

铅接触与神经传导异常的接触—反应关系

血铅水平（μmol/L）	受检人数	神经传导速度异常程度（min）					≥1 min（%）
		0	1	2	3	4	
对照组							
平均 0.53	34	33		1			3
接触组							
<1.93	3	2	1				
1.93—2.37	11	8	3				27
2.43—2.85	28	19	5	2	1	1	32
2.90—3.33	19	11	5	2		1	42
≥3.38	17	8	7	1	1		53

从以上例子可以看出，接触—效应关系的前提是，把所有个体都看成对同一水平接触，产生同等程度反应的"均匀体"。因而，它所表达的只是一种"平均效应"，并未反映实际存在的个体差异。然而，接触—反应关系则考虑到个体差异，它们表达的是"罹患者"在接触总体中所占比例。换言之，群体接触较低水平的危害因素后，并非每人都产生反应，但产生反应的机率随接触水平增高而增高。因此，以保护工人健康为目的的研究，其结论应主要

以接触—反应关系资料为基础。因为，它的保护目标不是虚构的、对危害因素产生"平均效应"的工人，而是包括最易感者在内的几乎全体人群。从表看出，达到保护人群中的95%个体不产生神经传导异常的血铅水平，应是<1.932 μmol/L。

无论是接触—效应关系还是接触—反应关系，都能看出，当接触水平增高，效应程度及出现该效应的人数均增高或增多。若把接触水平降低，则效应程度减轻，产生效应的人数减少；继续降低接触水平，就不再观察到有害效应或反应。这种接触水平就称为"无有害效应"或"无有害反应"水平。但是，由于我们所观察到的对象有限或观察指标不够灵敏，很难肯定，当样本扩大或指标敏感性提高时，亦全然未能观察到任何不良效应或反应。故认为采用"无可觉察的不良效应/(反应)"水平更为合适。

计划生育

计划生育管理

计划生育管理

计划生育管理(family planning administration)是关于对人口有计划发展进行科学管理的理论、职能、方法、制度、内容和结构的科学体系。计划生育管理过程是从确定目标开始,经过制订政策、落实计划、沟通信息、组织协调、控制调整等中间环节,直至评价目标实现情况。然后周而复始,不断循环。这就是计划生育管理整个活动过程的规律。计划生育管理技术有计划管理、目标管理、政策管理、组织管理、宣传教育管理、统计管理、科研技术管理、避孕药具管理和信息管理等。

计划生育管理研究的主要任务是:①研究人口发展与社会经济发展的关系,制订与国民经济和社会发展相适应的人口发展目标,促进社会经济发展。根据人口发展目标,制订具体人口计划。②研究人口发展与人的生育意愿的关系,制订正确的计划生育政策和法规。生育意愿就是人们在生育问题上的愿望和要求,是制订生育政策和人口规划的重要依据。改变人们旧的生育意愿是计划生育管理工作的一项根本任务。③研究计划生育各项管理工作间的内部关系及规律。计划生育管理工作的各环节应分工合理、协调一致。政策与法规制订、生育计划安排、宣传教育和组织管理是其核心部分,相互有紧密的内在联系。

计划生育管理的主要研究方法有:①调查研究:通过个别谈话、问卷调查、开调查会、实地观察和获取档案材料等,从大量事实和例子中找到计划生育管理中的问题、方向和措施。②统计分析:通过收集原始资料,经统计分析,揭示计划生育管理的规律。③宏观分析和微观分析相结合的方法:宏观分析指从整个社会角度分析人口现象的发展变化;微观分析指从个人和家庭的角度研究人口现象的发展变化。宏观分析使人们能从全局认识问题;而微观分析使计划生育管理得到切实可行的方针和措施。

中国计划生育管理是多层次的,包括中央、省市、地县和基层(厂矿、村队)等层次。各层次职能不同:中央和省市决定计划生育工作的战略目标和方针政策;地县根据中央和省市的要求制订在本地范围的实施细则和具体政策性措施;基层管理主要是正确实现上面的决策。

计划生育目标管理

计划生育目标管理(objective administration)是以计划生育目标为工作核心的一种管理方法。工作开始时需制订工作目标,然后应用各种政策和措施协调各个方面力量去实现这个目标,最后以目标的实现程度来评价计划生育工作。

计划生育的目的是控制人口、保护妇女儿童健康等,故其目标内容也是多方面的:①对大多数国家来说计划生育主要为实现人口学方面的目标,即减少人口出生数、降低人口出生率,也有的为实现卫生和健康的目标,如降低围生期死亡率和孕产妇死亡率,减少性病发生等。②计划生育工作的目标可为地域性的,如全国的、省市的、地县的和基层厂矿村队的。③从时间而言,可有10年左右的长期目标、3—5年的近期目标和本年度的短期目标。④也可有终极目标(如人口学的目标、卫生的目标等)和中期的目标(如工作活动目标和中间成果目标)。

一个好的计划生育目标应具有下列特点:①专一性:即该目标为计划生育工作所特有,如计划生育率(指符合计划生育的活产数占全年活产数的百分比)能较好地反映计划生育工作的成效。②可测量性:即目标可以用量的高低来确定,如某地以计划生育率达98%为其计划生育工作的目标。③可接受性:某指标是否可用来衡量计划生育工作的好坏,应获得各级计划生育管理部门及有关专家的认可。如总和生育率是一个反映生育水平的较好指标,但计算时需年龄别育龄妇女人口数,而大多地区缺乏此数据,需化相当的人力、物力作调查才能获得,因而难以为基层计划生育部门接受。④可及性:即目标不能是高不可攀,应是经过努力可以达到,这才能激励人们去努力;同样,目标不能太低,需有一定的难度,不经过努力是达不到的,否则目标就没有意义。

中国计划生育目的是控制人口数量、提高人口素质、保护妇女儿童身体健康,因而计划生育工作的目标需用一个指标体系来表达。以控制人口数量的指标体系为例,

其组成为：①目标指标：这是最根本的指标，如远近期人口控制数量、年度人口出生率控制要求等。②中间成果指标：为达到目标指标要求进行努力的中间结果，也可看作目标指标的保证性指标，如晚婚率、早婚率、节育率、计划生育率、人流率等的控制要求。③计划生育工作及活动指标：如工作人员数量、质量要求、经费指标、计划生育诊疗所数、计划生育宣教人次数等。计划生育指标体系中各项指标应以目标指标为根本要求。各项指标的要求应相互配合，如高要求的人口数量控制，必然有高要求的节育率和计划生育率。合理的计划生育目标，须依据原有计划生育工作基础及社会文化经济的实际情况来制订，应表现出积极性和可行性的统一，各项指标要求均有相应的措施作保证。

中国各地实行的计划生育责任制是目标管理的一种形式，它不仅清楚地规定某一地区（或单位）在一定时期（年）内的计划生育目标及评价标准，而且有明确的奖惩办法。

人口计划

人口计划（population planning）是关于一个地区（或国家）在一定时期内人口发展的规模、速度及人口繁衍诸方面的总目标与各项具体要求的计划。如对不同时期的人口规模、增长速度等的要求。人口计划是国民经济计划的重要组成部分，是国民经济其他一切计划的出发点和归宿。

人口计划按期限长短可分为长期（20 年以上）、中期（5—10 年）和短期（年度）计划。长期人口计划又称远景计划，是纲领性的、轮廓性的计划，是长期奋斗的目标。中期计划将长期计划具体化並确定实施方案。短期（年度）计划包括具体的年度指标，也包括实现这些指标的具体要求和措施。三种计划是相辅相成的。长期计划是基础，具有方向性、指导性意义。中期计划是实现长期计划的基本环节，是短期计划连续性的保证。短期计划是实现中、长期计划的具体措施。

人口计划是多层次的计划，有全国人口计划、地区人口计划和基层人口计划。不同层次的人口计划的制订是一个由上而下、从下而上、上下结合的过程。国家根据人口现状和经济发展的需要与可能，在人口预测的基础上提出全国人口的控制指标。各地区根据国家下达的人口控制指标和当地实际情况来确定本地区的人口控制指标。基层单位根据上级的要求和本单位的育龄妇女数量、年龄构成、生育状况和计划生育工作开展情况来确定本单位的人口计划指标，并逐级上报。在计划制订的过程中，需多次反覆平衡，最后确定一个上下均认可的人口计划指标。

人口计划由反映计划要求的一系列指标组成。指标选择原则是：①能反映人口繁衍、人口规模和人口发展速度。②能应用于不同时期的计划。③能应用于不同层次（国家、地区和基层）的计划。一般认为，人口总数、人口自然增长率和生育率是人口计划的三个基本指标。也可考虑将人口出生率和死亡率作为人口计划的基本指标。婴儿死亡率和人口期望寿命是反映一个国家居民健康状况、营养水平、卫生条件及生活环境好坏的重要指标，故从长期人口计划而言，应将婴儿死亡率和人口期望寿命列入人口计划的指标体系。

结婚、生育及节育管理

结婚、生育及节育管理（management of marriage, childbearing and contraceptive）是实现人口计划和目标管理的具体保证，是实现年度计划的实质性措施，也是计划生育管理的核心。计划生育的其他管理都是围绕结婚、生育和节育管理这一中心环节进行的。在结婚、生育和节育管理三者中，又以生育管理为核心，结婚和节育管理是实现生育管理的保证性管理措施。

结婚管理 是掌握和了解人群中结婚状况，执行政府有关婚姻政策，对青年男女结婚年龄予以引导。具体内容有：①配合民政部门审批结婚名单。为保障妇幼身体健康，结婚年龄不得低于法定婚龄，严禁早婚、童婚。②按照婚姻法规定严禁近亲结婚。③宣传晚婚，对于晚婚夫妇按有关规定实行延长婚假等奖励措施。④建立未婚青年卡，了解他们是否已有对象以及结婚打算，为预测各年结婚人数提供依据。⑤动员初婚青年男女进行婚前健康检查，注意检查有否不宜或暂时不宜婚配的疾病。

生育管理 是掌握和了解育龄妇女妊娠生育情况，按照计划生育有关政策和要求，对不同胎次的妊娠和生育执行有关规定和处理。具体内容有：①建立已婚育龄妇女卡，按未育、已有一孩、二孩及多孩情况，对已婚妇女进行分档管理。②了解和掌握育龄妇女妊娠情况，以正确估计年度出生数。③及时发现不符合有关规定的妊娠，尽力做好其工作。

节育管理 是计划生育管理的重点，做好节育管理就能避免无计划生育，减少人工流产。具体内容有：①建立已婚育龄妇女节育（避孕、绝育）登记卡，记录已婚育龄妇女应用的节育方法及避孕药具的领取时间和数量。②根据已婚育龄妇女的不同特点（孕期、产褥期、哺乳期等）进行分类指导，使其所应用的节育措施效率高而又无副作用。③对节育措施的使用者进行定期访问，询问避孕药具是否存在副作用或需要及时处理。④抓好节育手术质量，做好并发症和后遗症鉴定工作。对有并发症的患者立即进行治疗，并做好生活安排等工作。

计划生育评价

计划生育评价（evaluation of family planning

programme)是指确定某一阶段的计划生育工作或某一专门的计划生育项目是否达到预定的目标和取得成功的程度。目的是对前一阶段工作给予全面的、客观的评定。以便肯定成绩,总结经验,发现问题,改进下一阶段的工作。

评价的要求 计划生育评价可以是经常性的结合单位本身常规工作的自我评价。对不同层次评价工作的要求不同:①基层单位,主要比较投入与产出(服务项目的执行结果)。②地县级管理单位,主要收集基层资料,寻找与投入和产出有联系的差别。③中央、省市级单位,主要收集地县级、基层计划生育工作的资料,解释不同管理模式投入与产出的联系。内部评价可建立比较性研究,如与基线水平比较,也可以对不同地区、不同管理方法进行比较评定。评价资料主要来源于日常统计资料及年报。外部评价对被评单位有推动力,能起一定的促进作用。评价可以由政府部门或非政府部门的独立机构进行。对被评单位定期地收集资料,或在一些样本单位持续地收集资料,然后由各类专家评定计划生育工作(项目)的成果及不足。外部评价的反馈一般是周期性的,因而对指导被评单位经常性管理作用不如内部评价大。两种评价可结合起来进行。

评价的内容 某一新的计划生育项目开始后或某地计划生育工作进入一个新的阶段后,主管部门就投入人力、物力和资金,开展各项具体措施及活动(如计划生育咨询门诊、发放避孕药具等)。各项计划生育工作开展后,人们对计划生育的态度、知识、觉悟(如避孕方法的知识水平、对计划生育工作的理解和支持程度)会产生变化。然后人们在行为方面产生变化,如购买及应用避孕工具数增加,以致该地的出生率、生育率下降,逐步达到计划生育项目的目标。计划生育评价可以对上述工作进程中任何一步进行评价。如目标定得是否恰当;资金、人员数量是否足够;避孕药具质量是否良好;计划生育门诊是否足够;人们态度、知识、觉悟、行为与生育率的关系如何等。在计划生育工作的不同阶段,评价的侧重点不同。特别对出生率、生育率的变化,以及是否达到项目预定目标是计划生育评价最重要的方面。

评价的模型 计划生育评价有三种模型。

目标评价模型 评价事先确定的目标是否已达到,或有多少已达到。步骤是:①明确被评价的目标。②分析计划生育工作必须处理的问题。③明确必要的活动内容。④描述预期的结果。⑤确定简单易行的测量方法。⑥确定基数和选择对照。⑦测量已发生的变化。⑧分析和解释与目标有关的情况和资料。⑨确定已观察到的变化是否是计划生育工作的结果。⑩将评价结果反馈给管理者。

系统评价模型 评价计划生育工作整体性的协调情况。如在一定条件下,资源是否是最优分配;工作系统是否是达到目标的最佳社会工作模型;人员的安排是否已各尽其能,被安排在最适合的岗位上,等等。

过程和活动评价模型 评价计划生育工作(项目)的最主要的几项工作和活动。如某部门已做了哪些工作?是怎样做的?

(1) 过程评价的步骤:①确定将要评价的项目(活动)。②明确该项目的目的,并选择测量内容及方法。③明确有意义的投入、产出、作用及问题。④描述整个过程。⑤观察、测量该项活动。可直接观察,或根据记录和专门报告。⑥写出报告,判定计划生育工作取得成功的手段和方法

(2) 计划生育过程和活动的评价:可以从几方面着手:①投入:如人时和资金。②产出:如培训和宣传对象数,对妇女的家访数等。③活动和中间成果:如参加讨论的培训人员数,培训人员态度改变,培训人员学习认真程度。④效果:如培训人员中能正确进行节育器放入手术的百分数,培训人员90分以上百分数。⑤效益:如平均每人学会正确的节育器放入手术所需时间,每个毕业学员化费的经费等。

此外,对计划生育政策的评价要注意客观性、全面性和长远性,着重于政策的实际效果,观察目标与客观效果是否吻合。不但要注意人口学指标(出生率、生育率等),而且要看其经济及社会效果。不仅要看目前的效果,而且要看对未来人口发展、经济及社会发展可能产生的效果。对计划生育节育效果评价应着重于避孕知识普及率、避孕措施落实率和有效率以及人流率等。

避孕现况调查

避孕现况调查(contraceptive prevalence survey)是为计划生育管理和评价而设计的地区性(或国家)的概率抽样调查,曾在世界范围内进行。调查项目由美国卫斯汀公共应用机构(WPAS)设计和主持。调查目的是:①测量避孕的现用率,以评价计划生育工作的成效。②确定人群中避孕应用的差别,以了解计划生育工作的受益者。③提高参加国进行此类研究的能力。④使调查结果能被广泛应用。

避孕现况调查是在"避孕知识、态度和应用调查"的基础上发展而来的。早在50年代,英美等国调查了妇女"是否对计划生育持赞成态度"、其"避孕知识和避孕方法从哪里得到"等问题,但各国的调查结果不可比。70年代起,由国际统计学会主持的世界生育率调查虽提供了大量生育率资料和一些避孕状况资料,但不是以评价计划生育及避孕方法为目的,且从调查设计到资料的利用往往需要4—5年时间。而避孕现况调查可以很快得到调查结果并用于评价计划生育工作。

第一个避孕现况调查是由美国疾病控制中心于1975年在萨尔瓦多进行,其特点是:①目的明确,注重收集与计划生育工作密切有关资料。②调查项目简要、易

实施,时间短,调查一个人只需20 min左右。③调查表统一,资料处理快,通常在调查后半年很快得到报告,並被利用。④可以每隔1—3年重复进行调查,以便比较。⑤调查费用低。

避孕现况调查包括妇女对避孕方法的要求、避孕方法的供应和服务来源及其可得性等,由此可对避孕药具供应系统进行评价;通过对未避孕者对避孕工具的偏爱和有生育可能但不想怀孕的妇女的百分比的调查,指导计划生育目标的制订和改善管理。避孕现况调查资料还可用于:①与日常统计资料比较,起到核对和改善日常资料的作用。②了解新的避孕药具发放系统的发放量和转入量,检验该系统的效果。③根据计划生育宣传的范围,妇女计划生育知识的来源与避孕应用间的关系评价宣传的效果,设计改进措施。④检测群众对某种或某牌号避孕药具的看法,测量该方法的效果。⑤从妇女分娩地点、产前检查开始时间及哺乳时间来评价妇幼卫生和保健,尤其是围生期和哺乳期保健。

避孕现况调查也提供了一些有关生育率的数据,以资比较,并了解其变化趋势,帮助确定应用避孕和生育率的联系。如已婚妇女避孕的比例越高,粗出生率及总和生育率越低。

到1985年12月,避孕现况调查已在47个国家进行了67次。1985年12月避孕现况调查结束,但WPAS仍继续处理调查所得资料,並提供有关结果及报告。

计划生育技术指导机构

计划生育技术指导(family planning technique instruction)工作,是运用现代科学技术知识,指导人类有计划地繁衍、优生和优育的一项科学性很强的工作。计划生育技术指导机构是卫生部门开展医疗保健,为计划生育服务的专业性技术机构。

组成 随着计划生育工作的普遍开展,计划生育技术指导机构也相应遍及全国各地。形成了一个颇具规模的、自上而下的、以省市计划生育技术指导所为中心的计划生育技术指导网:省市一级设所;区县一级设站或由区县妇幼保健所承担;街道与乡设组或有专人负责。行政上隶属同级卫生行政部门或计划生育委员会领导。上一级指导机构对下一级起业务指导作用。1988年上海市计划生育技术指导所被卫生部确定为中国计划生育技术指导中心,与各省市建立了联络网,加强了信息交流和业务联系。各级技术指导机构的组织形式不一,大致有以下几种:①独立建所或站。②附设在同级妇幼保健院。③与妇幼保健工作相结合,由同级妇幼保健所承担任务,不单独挂牌。④与科研工作结合建所。由于组织形式各异,因此名称也不统一,有称"计划生育技术指导所(站)"的,有称"计划生育科研技术指导所"的。尽管形式、名称不同,但任务基本相同,仅在工作上各有侧重。

任务 计划生育技术指导机构(以省市指导所为例)的任务是:①技术服务:省市计划生育技术指导所开设计划生育门诊、手术室和病房,施行各项节育手术,处理疑难病例以及治疗术后并发症。②宣传咨询:采用多种形式向社会进行节育、优生科学知识的普及教育,並为基层提供宣传手段。计划生育咨询工作结合群众的心理和习惯,做好具体细致的心理研究和技术咨询工作,使计划生育各方面工作取得更高的实效。③培训指导:采用举办培训班、业务讲课、学术交流、临床实践、病例讨论、手术观摩、新技术推广等方法面向基层开展业务培训和技术指导,以提高技术人员水平,不断更新知识。④考核检查:组织考核节育技术人员,考核及格才能获准从事专职计划生育技术工作。对基层单位的技术、装备进行规范化管理,对技术质量进行监督和检查。⑤科学研究:结合临床开展应用科研,如避孕药具的研究,开展计划生育保健服务研究,如人流动态监测、节育措施可接受性研究等。同时应用电子计算机进行信息管理,收集国内外计划生育科技情报,积极采用国内外先进技术,不断提高节育科技水平。

进行上述诸任务时,应以技术指导为中心,贯彻避孕为主,推广综合节育措施的方针,提高科学管理水平。

计划生育技术指导所 以计划生育技术指导、宣教、科研、医疗为其职能,其人员来源与医院有着密切的联系,其工作内容、服务对象又与妇女保健、儿童保健工作直接有关,其性质仍属医疗保健范畴。

计划生育技术指导所的医技人员,不少人来源于妇产科和泌尿科临床。计划生育的基础知识和业务工作也都与妇产科、泌尿科相联系,因此,各级专业人才的培养,也应经过一定时间的妇产科或泌尿科临床的锻炼、培养,才能从事计划生育专业工作。此外,计划生育技术指导所还需要计算机软件工程技术人员、流行病学调查研究人员、实验室技术人员等,使各部门都专业化,並有专门人员负责。

计划生育技术指导所在专业技术上与计划生育的科研机构、宣教中心、妇女保健所、儿童保健所直接有关,因此,应加强横向的联合协作。

计划生育科研机构

计划生育科研机构是以多学科理论和技术参与研究计划生育药具和技术的机构。

中国自1963年起由中国科学院组织部分医药工业研究院(所)、生产厂、高等院校、地方研究所、临床医院及其他有关研究所等单位共同协作,成功地研制出中国第一种口服避孕药。在此基础上全国各地的有关单位先后成立了计划生育研究室,从此,计划生育科技队伍日益壮大。1978和1979年又先后正式建立了两所综合性的专业研究机构——上海市计划生育科学研究所和北京国家

计划生育委员会科学技术研究所。此后各省市也根据实际需要相继建立了地方性计划生育研究机构。1979年上海计划生育科学研究所被批准与世界卫生组织(WHO)建立了合作关系。1980年北京所也被列为联合国人口基金委员会的受援单位,並承担WHO的部分国际性科研合作任务。到目前为止,全国共成立了19个计划生育科研所。与此同时,各不同系统的计划生育研究室进一步充实。上海市在原有男性、女性计划生育研究室基础上,进一步组建了"生殖调节研究中心"和"生殖医学研究培训中心"。

在发展壮大科研队伍的同时,科研内容也向纵深发展。如由避孕药到宫内节育器以至于各种综合避孕节育措施和相应的基础研究;避孕药由短效、速效到长效,由口服、注射到缓释,从内服到外用,从女用到男用;宫内节育器由惰性到活性含铜含药,並从形状、材料等多方面作了改进;进而发展了非手术绝育以至研制催经止孕药物等。

计划生育科研所及研究中心总的研究方向任务是:积极贯彻"控制人口数量、提高人口素质"工作方针,紧密结合中国的计划生育工作实际,以应用研究为主,完善和发展现有的避孕药具和节育技术,探索新的避孕途径,寻找更加安全、高效、简便、经济和可逆的节育方法以及开展遗传优生的研究,同时重视基础研究,以提供必要的理论与技术储备。各省市研究所还根据本地区的特色和优势,研究方向有所侧重。此外,研究所及研究培训中心还为计划生育科研培养人才、引进新技术、加强情报交流、组织学术活动等。

1980年4月经国家计划生育委员会批准,创办了中国第一本计划生育科技学术性刊物《生殖与避孕》(季刊),发行国内外。1989年起出版《生殖与避孕》英文版。此外,1987年又创办了中国第一本《男性学杂志》(季刊)。这两本学术性刊物的出版,为中国的人类生殖研究与计划生育工作者提供了学术交流及咨询的园地。

计划生育宣传教育

计划生育宣传教育(family planning publicity and education)是引导群众更新婚姻、生育观念和解决实际知识问题的宣传工作,其目的是使人们在生育上由无计划转变为有计划,把党和国家制定的方针政策变为群众的自觉行动。

内容 经常性的教育主要从思想道德和科学文化两方面进行,包括:①进行共同理想教育和"基本国策"(计划生育和环境保护)教育,帮助群众树立全局观念,为国家和民族的长远利益而自觉实行计划生育。②进行婚姻、家庭的伦理道德教育,引导群众树立正确的婚姻、生育道德观念。③进行人口理论知识和计划生育科学知识的教育,让群众运用科学知识来指导自己的婚育观念和行为。④进行计划生育的方针政策教育,帮助群众正确理解和自觉遵守各项生育政策。⑤进行有关计划生育的法制教育,使广大群众增强在计划生育方面的法律意识和法制观念。

计划生育宣传教育应根据不同对象进行。在中学主要进行青春期生理卫生知识教育,大学有关专业还要进行人口理论基本知识教育。通过学校教育,在青年中打下控制人口增长、实行计划生育的思想基础。在干部培训学校,要对干部进行人口理论和计划生育管理知识教育,使各级领导和专职干部提高对控制人口增长的战略意义的认识,在各自工作岗位上,自觉加强对计划生育工作的领导,使人口增长与国民经济的发展,与人民生活水平的提高相适应。

方法和形式 根据内容的特殊性而采用相应的方法和形式。例如:①针对不同对象的需要,可通过健康教育的常用方法和形式,有计划地进行系列化、规范化教育;或举办未婚青年、新婚夫妇、孕妇、父母亲等各类学校;或举办类似的系列化讲座等,分层次、循序渐进地对不同群众进行有关人口和计划生育的基础教育。②通过算帐对比、群众性的讲演等活动,广泛开展群众性的自我教育。③广泛开展各种服务活动,寓宣传于服务之中,如咨询服务、保健服务、扶贫致富服务等,吸引群众自觉实行计划生育。④依靠和配合社会各界力量,使计划生育宣传教育渗透到共青团、妇联和工会,卫生、文化、教育、政法、民政和工商等部门的经常性工作中去,渗透到社会基础教育中去,利用各种时机、场合、条件开展计划生育的宣传教育。

在计划生育宣传教育工作中,一个重要的内容是避孕指导。在指导中应掌握以下原则:①坚持以避孕为主,把避孕措施落实在怀孕之前,以提高节育率和避孕有效率,逐步减少计划外怀孕和人工流产。②推广综合节育措施。要让每对育龄夫妇从自身的生育、健康、文化、生活习惯等状况出发,选择最适宜的节育措施,不能"一刀切"。如能使一对夫妇掌握几种避孕方法,以便在不同情况下相机使用,就能增强避孕效果。③宣传指导必须与群众自愿相结合。在落实避孕措施时,既不能用强迫命令的方法,也不能放任自流,必须通过宣传教育,由群众自觉来实行。

计划生育宣传教育既要破除认为"宣传节育知识不登大雅之堂"的陈腐观念,又要注意宣传场合和群众习俗,有时采取男女分别讲授的办法,並根据具体情况,做到"因人制宜"、"因时制宜"、"因地制宜"。此外,对男女双方都要进行宣传指导,因为计划生育需要夫妇双方密切配合,並改变目前一切节育措施都集中在妇女一方的状况。

计划生育咨询

计划生育咨询(consulting for family planning)是宣传指导避孕措施的一种比较好的形式,必须根据群众的实际问题进行,这样既适合群众需要,也更符合群众的心理和习惯。

目的 指导群众解决婚姻、生育、节育、优生以及性生活中的各种实际问题,回答群众中存在的种种疑问,解除群众不必要的精神负担和思想顾虑,提高群众节育和优生科学水平,以切切实实地实现少生、优生。同时通过咨询,收集资料,了解群众对避孕药具的需求、喜爱、顾虑、疑问等动向,为进一步开展计划生育技术指导工作,指明方向,扩大思路。

特点 有以下几点:①一般宣传只谈共性问题,咨询可以解决个性问题。②面对面地促膝谈心,了解真实思想,指导的针对性强。③对象参与谈话,可以及时取得反馈,随时修正内容,並有可能取得较为满意的效果。④针对不同心理,阐明科学道理,采取相应措施,可取得较好效果。如对不孕症、非器质性性功能障碍以及计划生育等方面,通过咨询可收到药物治疗所不能达到的效果。⑤咨询指导费时、费力,虽有一定深度,但广度不够。

范围 以群众的需要和咨询者本身所能承受的业务范围而定,一般应以少生、优生为目标,传授节育知识、供应避孕药具为主,同时咨询青春期卫生、新婚保健、孕期保健、遗传与优生、生育知识以及性功能障碍等问题。

形式 一般以面谈为主,也可以书信交流或电话询问等。由于咨询要求的知识面广,群众需求比较高,最好建立专科咨询,由专家或有实际经验的专门人材来担任。随着咨询工作的发展、科学的进步,采用电脑咨询也将成为现实。

注意事项 要严格遵守"严肃、亲切、畅言、守密"的咨询守则,做到:①遵守医德,注意服务态度。对来咨询的人要有同情心、责任心,以满腔热情的态度满足其要求,解决其痛苦,使来者解除心理上的防卫,以倾吐衷肠。②解答问题要实事求是、合情合理。③注意环境安静、清洁、整齐、没有干扰,给人以安全感。④遵守保密原则,医务人员要为来者保守生理或病理上不愿让别人知晓的秘密,更不能当作谈话资料加以宣扬。⑤采用疏导、劝慰、解释、鼓励、说服、现身说法等个别心理治疗和行为治疗的方法,以期取得较好效果。⑥建立必要的工作制度,以保证咨询质量。如个案记录、咨询登记、病史会诊、随访等制度。

性知识及受孕、避孕知识指导

性知识(sexual knowledge)指导是把性知识有计划、有步骤、有选择、有针对性地从正面介绍给群众,尤其是青少年,使他们破除性的神秘观念,认识到性的自然发展规律,促使身心健康成长。受孕和避孕知识(pregnancy and contraception knowledge)指导是使人们能主动地掌握自己的生育前途,做到既有计划地避孕,也有计划地受孕。受孕和避孕知识指导实质上是深层次的性知识指导。

意义 有以下几方面:①在可接受的范围内,向青少年讲解有关性别差异和性道德等方面的知识,使青少年在生理上、心理上能沿着健康的道路成长;向待婚和已婚青年男女传授受孕机制和避孕知识,特别在当代全世界范围内出现青春发育提前、婚前性关系和未婚先孕等增多的情况下,这方面的教育尤为必要。②使人们掌握性卫生知识,从而预防某些生殖系统的疾患。例如,有一些"不孕症"对象,是由于缺乏起码的生殖系统解剖生理知识和性的技巧而造成的。据估计90%以上的性功能障碍都是精神因素造成的。所以,进行良好的性教育也是预防和治疗性功能障碍以及生殖系统疾患的重要措施。③人们掌握性的生理知识,可以增进个人和家庭的幸福,促进社会稳定。在离婚案件中有相当比例是因为性生活不和谐而导致婚姻破裂的。性生活不和谐的原因很复杂,但是缺乏足够的科学的性教育是重要原因之一。④使人们提高性道德观念和法制观念,防止发生性罪行和性错误,保持社会的安定团结。因此,必须从青少年开始教育,使他们认识到性是一种社会性行为,而决不能凭本能去做;性行为必须和高尚的情操结合在一起,并要有所约束、有所控制。

内容和方法 与性有关的知识在社会上是个敏感问题,不同层次和不同年龄的人在接受程度上有差别,因此要针对不同对象进行适时、适量、适度的性教育。与性有关的知识教育内容有以下几个方面:①男女生殖系统的解剖生理学知识和受孕知识。②人类生育的生理过程。③青春发育期的表现和应注意的问题。④性心理。⑤性道德。⑥夫妻性生活。⑦性生活卫生。⑧性功能障碍的表现、治疗和预防。⑨老年人的性生活和各种特殊情况下的性生活。⑩避孕和计划生育、优生知识。

性教育是一件涉及面广的系统教育工程,要发动家庭、学校和社会三个方面共同做好,但应各有侧重,并随着年龄的增加、社会活动范围的扩大而有不同。在儿童期,性教育的主要场所是家庭,家长应以其模范行为自然而然地影响孩子。这是一种潜移默化的教育,此时对性的问题可不主动向孩子提出,但如孩子提出这类问题也应正确回答。在青春前期及青春期,性教育应由学校来担负,並实行一般教育与重点教育相结合,对两性问题较专注的学生,应重点教育。在此期间,家庭重点在道德、情操教育。学校和家庭教育要密切配合。对已踏上社会工作的未婚男女青年,则应由社会来负担,由社会的宣传工具来进行此项工作。

性教育的方式和一般健康教育相同,但更应注意按

人们的习惯和心理进行。性生活指导以个别谈话和咨询讲"悄悄话"的方式进行较为合适。

注意事项 在进行与性有关的知识教育时需要注意的问题有:①态度要严肃、亲切,並注意守密。②性生理知识和性心理知识结合教育。③性知识教育与性道德教育、法制教育要同步进行。④坚持科学性。⑤要区别对待,有针对性地进行教育。在青少年身心发育的不同阶段,给予相适应的生理、心理教育。男生和女生、农村和城市、山区和平原、南方和北方的青少年发育有先后,教育亦应有区别。

计划生育成本、效益和效果

计划生育成本(cost of family planning program)也即计划生育投资,是指计划生育活动或工作中人力、物力和财力的全部支出,用货币形式表示。计划生育效益(benefit of family planning program)是指一项计划生育活动或工作的经济效益或价值,也以货币形式表示。计划生育效果(effectiveness of family planning program)是指一项计划生育活动或工作的具体结果,通常用非货币形式表示。在一定情况下,效果可转化为效益。一个计划生育项目的投资总是为了取得一定的效果或效益。

计划生育成本 同其他成本一样,可有直接、间接和无形(或隐匿)的三种。直接成本是指与项目有直接关系的成本,如设备投资、工作人员报酬等。间接成本是指与项目有间接关系的成本,如病人看病及研究人员所花的时间等。无形成本是指在精神上、肉体上付出的代价。在评价一个项目时,应考虑到无形成本,因为有时它对一个项目实施的好坏起主要作用。

根据计划生育的实际工作内容,其成本可分成以下几项:①专职与兼职工作人员费用:指工作人员的工资与其他收入。②避孕药具费用。③人工流产、放器、置器后检查、X线摄片等计划生育手术费用。④消耗在计划生育接受者方面的费用:如晚育与晚婚增加的产假和婚假、计划生育手术假期、领独生子女证时一次性奖励、各种计划生育手术营养费等。⑤独生子女入托儿所、幼儿园、小学、中学的减免费用与保健费。⑥计划生育部门的业务费、公务费、设备购置费,工作人员的旅行、休养费等。⑦其他:如设备维修与管理等费用。⑧上级用在本地的计划生育费用。

对不同年份的成本进行相加与比较时,应认识到每年表面价值相同的货币其实际价值不同。如50年代的10元钱与80年代的10元钱实际价值是不相等的。这是因为每年货币的面额与价值存在着一个折扣关系,这个关系通常用贴现率表示。贴现率大小要根据银行存款利息率与物价变动情况确定,因此在将历年的成本相加时,要应用贴现率,並将每年的货币化到同一年的价值。成本累计公式为:

$$C_{总}=\sum_{n=0}^{n}\frac{C_n}{(1+r)^n}$$

其中,C_n为第n年投入的实际成本,r为贴现率,n代表年数,取值0、1、2……n。

计划生育效益 常分为长期和短期两种。短期效益是指一个小孩出生后第一年结束时所付出的代价,包括为这个小孩一年内提供的食品、衣物及扶养等费用,以及母亲在怀孕、分娩、产后一年内所付出的经济损失。长期效益是指一个小孩从生到死所消耗的费用。

同成本一样,不同年份同等数量的效益,其实际价值也不相同。因此,在将效益相加和比较时也须换算。效益累计公式为:

$$B_{总}=\sum_{n=0}^{n}\frac{B_n}{(1+r)^n}$$

其中,B_n为第n年获得的实际效益,r为贴现率,n代表年数,取值为0、1、2……n。

计划生育效果 可分为中间结果和最后结果。在计划生育中,中间结果是指接受计划生育措施的人数,而最后结果则是由于计划生育所避免出生的人口数(避免出生人口数的计算方法见"避免出生数估计"条)。

计划生育成本—效益分析 常用的成本—效益分析方法有两种:一种是增长模型方法,由美国普林斯顿大学的Ansley Code和Edegar Hoover在1950年提出,其结果是用降低人口增长率的每个工作日收入增加来表示;另一种方法是建立在Stephen Enke工作的基础上的,也就是净效益方法,即:净效益=贴现后的效益-贴现后的成本。这里效益是指长期效益,成本除计划生育措施费用外,还需加上避免出生的儿童可能在今后一生中创造的价值。但后者是难以计算和合理的货币化的。因而,在进行计划生育评价时,成本—效益分析方法用得较少,常用成本—效果分析。

计划生育成本—效果分析 常用的方法有:①成本/最后结果。②成本/中间结果。③中间结果/最后结果在计划生育成本—效果分析中,通常要评价:①每避免出生一个人口要多少成本。②平均每个计划生育措施接受者所需要的成本。③平均多少个接受者才能避免一个出生。

计划生育政策

计划生育政策(family planning policy)指国家直接调节和影响人们生育行为的法令和措施的总和。计划生育政策有狭义和广义之分。狭义的是指直接调节人口生育的法令,使人群的生育朝着预期的方向发展。广义的计划生育政策除上述内容外,还包括旨在影响人群生育行为的社会经济政策的措施。有些社会政策,其直接的目的並不在于影响人们的生育行为,而客观上对生育行为

产生一定影响，不属此范畴。计划生育政策与人口政策不同，后者含义更广，除直接影响生育行为的法令和措施外，还包括影响人口迁移(国内迁移、国际迁移)、控制发病率和死亡率的政策和社会经济措施。

计划生育政策的具体内容有：①关于结婚年龄的法令和要求及其社会经济政策。②有关调节生育率的要求和社会经济措施，包括关于生育数限制的政策、人流政策及提供避孕药具的方针等。③有关优生的要求和社会经济措施。一个国家的计划生育政策是以本国的人口、经济、文化及传统等实际情况出发的。无论是鼓励还是限制生育，大部分国家均以实现国家的经济发展和增加国力为目的。民族和宗教习俗因素也对某些国家的人口政策产生影响。

世界各国计划生育政策

世界各国关于计划生育的政策无非三种：限制生育、鼓励生育和不鼓励也不限制。

据联合国1979年报告，在156个国家中，有52个国家的生育率太高，其中又有37个国家明确表示要实行节制生育。在1984年8月的墨西哥世界人口会议上，有147个国家的政府表示支持自愿的生育率控制。可见在世界范围内，实行限制生育政策的国家占多数。

限制生育 世界各国限制生育的主要政策及措施是：①宣传教育。利用各种宣传舆论工具进行人口和计划生育的教育，使人们认识控制人口增长的重要性。②将控制人口和实行计划生育写入国家宪法，使之成为基本国策。③通过具体的法律条款和措施扫除限制生育的障碍。如确立"妇女有进行人工流产的权利"的法律条款，规定避孕药具可公开出售的政策等。④利用经济措施，奖励晚育少生，限制多育。如对少子女家庭在税收、住房、贷款、子女教育及津贴补助上实行优惠政策。而对违反政策的多育者给予罚款、增加税率等制裁措施。⑤用行政措施鼓励晚婚少育，限制多育。如实行给晚婚者延长婚假，给少育妇女延长产假，对违反政府生育政策者暂停提升等措施。⑥免费或低价提供避孕药具及计划生育服务。⑦增加计划生育科学技术研究经费，以改进和提高避孕药具的效率。

据联合国1979年资料，实行限制生育政策的国家主要是发展中国家。亚洲有中国、印度、日本、新加坡、印尼、泰国、菲律宾、孟加拉、巴基斯坦、越南等；非洲有埃及、摩洛哥、毛里求斯、肯尼亚、加纳、博茨瓦纳等；拉丁美洲有墨西哥、巴巴多斯、哥伦比亚、多米尼加共和国、牙买加、危地马拉、萨尔瓦多、特立尼达和多巴哥等。欧洲、北美洲和大洋洲的大多数国家支持计划生育服务，但并不一定提倡控制生育。

最先明确提出和实施计划生育的国家是日本和印度。日本率先在1948年制定了"优生保护法"，开创了彻底放开人工流产的先例。1949年日本众议院通过《关于人口问题的决议案》，决定健全和普及家庭生育计划。1952年8月的人口问题评议会又提出以抑制人口政策为内容的《人口数量调整的决议》。于是日本控制生育取得了明显效果，自60年代以来总和生育率均在2.0以下。印度官方在1952年就宣布推行家庭生育计划，但是由于受经济、文化和社会政治条件限制，计划生育没有取得应有的效果。1950—1955年出生率42.3‰，而1970—1975年仍高达39.9‰，1980—1985年稍低，为33.2‰。

鼓励生育 据联合国1979年统计，156个国家中有22个国家生育率太低，以欧洲国家为多，这些国家大多采取鼓励生育的政策。如欧洲的法国、瑞典、奥地利、苏联、罗马尼亚、联邦德国、希腊、马耳他、民主德国、匈牙利等；亚洲的蒙古、朝鲜、老挝、柬埔寨、伊拉克、沙特阿拉伯等；非洲的象牙海岸、乍得；拉丁美洲的阿根廷、巴西等国家。

各国鼓励生育的政策和措施有：①禁止各种避孕措施的宣传、生产、销售和进口，禁止或限制人工流产。②对多子女母亲给予荣誉和鼓励。③对多子女家庭给予津贴，在税收、住房、医疗及退休制度上给予优惠。④降低法定结婚年龄，对单身实行高税收。⑤在分娩、哺乳、儿童消费及托儿方面予以经济支持及社会服务，并延长产假。

苏联是一个典型的、早在第二次世界大战前就已奉行鼓励生育政策的国家。70年代又提出"三子女家庭"口号。为了推行鼓励人口的政策，除了用一切舆论工具进行宣传外，主要着重于经济奖惩和行政立法，包括：①母亲从生第三个孩子起，每生一个孩子国家给予补助，随胎次递增。②从生第四个孩子起给予按月补助，也随胎次递增。③给独身母亲(包括无法律配偶者)予固定子女补助费。④养育五个8岁以下孩子的女职工，领退休金年龄和工龄分别提前和增加5年。⑤对获"英雄母亲"等称号的多子女母亲，住房优惠分配。⑥家庭有四个及以上孩子时，所得税减免30%。⑦未婚成年男女和无子女夫妇交纳工资6%的无子女税，少子女家庭交纳少量少子女税。这些鼓励人口政策虽没有达到增加出生的作用，但抑制了人口出生的继续下降。苏联自然增长率60年代1.2‰，70年代0.9‰，80年代初0.8‰(其中1984年0.9‰)。

不鼓励不限制生育 有少数国家政府奉行不鼓励生育也不限制生育的政策，如美国、古巴、尼日利亚等。但这些国家的一些实际政策仍带有倾向性，如美国高等法院1973年宣布放宽对人工流产的各项限制条款，美国的"人口增长和美国前景委员会"提出了"美国人口发展前景应是静止人口"的研究结论，反映了美国限制生育的倾向。

中国计划生育政策

中国目前计划生育政策的基本内容就是控制人口数量，提高人口素质，使人口增长同社会经济发展与资源利用相适应。基本要求是晚婚、晚育、少生、优生。

发展阶段 随着对人口问题认识的不断加深，中国的计划生育政策不断趋于完善。其发展大致可以分为四个阶段。

初步提出人口控制的阶段 1949年中华人民共和国成立，到1952年国民经济恢复，中国人口处于无计划的增长阶段。此时的人口政策实际上是实行鼓励生育，严格限制人工流产，禁止绝育，对家庭人口多造成的生活困难给予补助。但1953年政务院批准卫生部关于"避孕及人工流产办法"，这标志着政府限制生育政策的开始。1956年的政府工作报告中提出，为了保护妇女和儿童，很好地教养后代，以利民族的健康和繁荣，我们赞成在生育方面加以适当的节制。这是控制人口思想由政府第一次用正式文件公布于众。1960年正式公布50年代中期开始酝酿的《全国农业发展纲要》，其中提出除少数民族的地区以外，在一切人口稠密的地方，宣传和推行节制生育，提倡有计划地生育子女。这进一步明确了控制生育的思想。

计划生育开始实施阶段 1962年中共中央和国务院在《关于认真提倡计划生育的指示》中规定，在城市和人口稠密的农村提倡节制生育，适当控制人口自然增长率，使生育问题由无计划逐渐走向有计划的状态，这是中国社会主义建设中既定的政策。节制生育控制人口第一次被提到国家政策的高度。1964年国务院计划生育办公室成立，并在城市开始计划生育的试点，重点是动员有三个以上孩子的多子女夫妇进行绝育手术，同时有计划有组织地大力进行避孕药具的科学研究和生产供应工作。从此，计划生育在中国开始实施。

计划生育全面开展阶段 1970年以后，国家和各省都成立了计划生育领导小组，卫生部设立了计划生育办公室。1973年起，人口发展列入了国民经济计划，确定有计划控制人口增长的政策，控制人口增长的活动在全国范围内开展起来。这个时期提出了"晚、稀、少"(即晚婚、间隔生育、少生)和"一对夫妇最好生育一个子女，最多两个"的具体政策要求。对待少数民族"采取有利于人口增长和生产发展的适当措施，对个别子女过多有节育要求的，也给予指导和帮助"，实际上仍鼓励少数民族的人口增长。

计划生育政策完善阶段 1980年中共中央发出《致全体共产党员和共青团员的公开信》，1982年中共中央、国务院发出关于进一步做好计划生育工作的指示，中央把人口问题和计划生育工作提到了"重大战略问题"、"长期战略任务"和"基本国策"的高度。在中共十二大的报告中指出，在我国经济和社会发展中，人口问题始终是极为重要的问题。实行计划生育是我国的一项基本国策。这促进了中国计划生育政策的不断完善。以后又把计划生育基本要求列入宪法。宪法规定："国家推行计划生育，使人口的增长同经济和社会发展计划相适应"和"夫妻双方有实行计划生育的义务"。中国的婚姻法还规定："晚婚晚育应予鼓励"和"夫妻双方都有实行计划生育的义务"。

内容 中国计划生育具体政策有生育政策、行政措施和节育技术方针。

生育政策 提倡一对夫妇只生一个孩子。对确有实际困难的群众，有计划地安排生育第二个孩子。严禁生育超计划的第二胎和多胎。具体执行时，农村比城市宽，少数民族比汉族宽。对少数民族，也提倡计划生育，一般允许一对夫妇生育两个孩子，个别可生育三个。提倡晚婚、晚育。法定婚龄男22岁，女20岁。男女凡推迟3年以上结婚为晚婚。

行政措施 行政上加强思想教育，以鼓励为主，辅以惩罚。如发给独生子女(0—14岁)父母奖励费，延长产假，在入托、入学、就医、招工、招生、城市住房和农村宅基分配等照顾独生子女家庭。对于经过多次教育仍生育计划外第二胎和多胎的夫妇，进行必要的经济限制。对破坏计划生育的人，如非法堕胎、非法摘取节育器予以追究刑事责任。

节育技术方针 提倡以避孕为主的综合节育措施，具体措施应由群众自愿选择。免费供应避孕药具和施行节育手术。人工流产仅为避孕失败后的一种补救措施。

计划生育技术

妊娠生理与计划生育

妊娠生理(physiology of pregnancy)主要包括排卵、受精、胚泡形成和植入四个环节。了解妊娠的正常生理过程，便有可能采取若干措施在不同的环节上干扰生理而达到避孕节育的目的；也可以对不孕患者采取相应的治疗措施。

排卵 正常的妇女，于每个月经周期一般有一个卵泡成熟而排出一个卵细胞。排出的卵细胞此时已完成其将染色体数减半的第一次成熟分裂。卵丘，即卵细胞与其周围的颗粒细胞(卵泡细胞)冠，自卵巢表面的破口中排出后，即被附近的输卵管伞端所吸摄，进入输卵管的壶腹部。在这过程中卵细胞即开始进行其第二次成熟分裂，但进行至分裂前期即暂停，待进一步发育。

受精 正常时阴道内酸度较高(pH约4—5)，有利于抗炎，但不利于精子存活。精液和宫颈粘液均为碱性，有利精子活动。精子被射入阴道后即很快游向并穿入宫颈口。子宫体在垂体和卵巢激素以及局部前列腺素的作用下，发生吸入性收缩，协助精子通过宫腔入输卵管，这一过程往往只需数分钟。精子在女性生殖道的运行过程中，其顶体表面抑制细胞膜活性的物质逐渐被消除，这种变化称为“获能”。

当一个已经获能的精子在输卵管的壶腹部遇到卵细胞及其周围的卵泡细胞时，精子顶体的细胞膜破裂，释放出数种水解酶，使卵丘细胞的基质分解，颗粒细胞松散，卵细胞外的透明带暴露。精子与其接触即能穿过而达卵细胞膜。当精子进入卵细胞质时，卵细胞即完成其第二次，也是最后一次成熟分裂，成为含单倍体染色体的成熟卵子，准备与含单倍体的成熟精子结合。精子穿过卵细胞膜后引起透明带发生化学性变，妨碍其他精子再穿进，以保证单精子受精。

精子进入卵细胞质后两性的原核融合成一个具有46条染色体的新细胞称为受精卵。一个新生命由此开始。

胚泡形成 孕卵形成后即开始卵胞分裂。同时，在输卵管蠕动和管内膜的纤毛推动下把分裂着的孕卵向宫颈方向传送。当孕卵进入宫腔时细胞已分裂成为桑椹状(约在受精后3—4 d)。桑椹体在宫腔内游离活动2—3 d，形成了有囊腔的囊胚。囊胚又发展为胚泡，其表面包以滋养层细胞。

着床和植入 胚泡外层的滋养细胞能分泌一种蛋白分解酶，当胚泡接触子宫内膜时，分解酶破坏内膜上皮细胞，使胚泡可以粘附其上并逐渐深陷。约于受精后11—12 d，内膜上皮细胞又覆盖其上，称为着床。滋养细胞的继续侵蚀使内膜内的血管壁破裂，胚泡便浸于溢出的血液和间质液内，吸收其生长发育中所需要的营养，完成其植入。

女性生殖功能鉴定

女性生殖功能主要受丘脑下部、垂体和卵巢所分泌的激素所调节——生殖功能的调节轴。生殖器官则在不同激素有规律的作用下形成生殖功能的周期性变化。鉴定女性的生殖功能可从两方面进行：各种调节激素的周期性动态变化和观察生殖器官对这些调节激素的反应。

垂体促性腺激素和卵巢的性激素测定 促性腺激素主要包括卵泡刺激素和黄体生成激素。前者主要促使卵泡细胞或颗粒细胞增生以及间质细胞分化为泡膜细胞并促进酶系统的活化；后者重点促进泡膜细胞与卵泡细胞的激素合成与转化。这些激素分泌后释入血循环，大部分与血液中的特异球蛋白相结合，仅小部分保持游离状态，可直接与其效应器官组织相结合，发挥调节作用。结合的激素无活性，充当游离激素的储备。

血清中的促性腺素均系糖蛋白物质，在血内的总含量可用放射免疫方法或酶标方法进行检测。

卵巢分泌的性激素主要有雌激素、孕激素和雄激素，都是类固醇物质，血内的总含量也可以上述同样方法检测。

这些激素的分泌随生殖周期的不同时间而有规律地变化。因此，可以根据某期的同一时间其激素的血内含量，推断其分泌功能状态。

激素经过代谢后经尿排出，故可在尿中检测其代谢产物的含量，间接判断血内含量。例如在黄体期测定尿中

孕酮的代谢产物孕二醇的含量，可推测黄体的分泌功能。其他如雌激素的不同代谢产物或其总量，以及垂体的不同促性腺激素产物也可在尿中检出。

子宫内膜活组织检查 子宫内膜组织包括内膜腺上皮、血管和间质，均直接受卵泡分泌的性激素作用而发生周期性改变。雌激素使内膜各细胞增生，孕激素则在雌激素作用的基础上使腺细胞分泌糖原、间质水肿、微血管扩张。在生殖周期中，这些规律性变化都是为胚泡着床创造良好条件的。因此，选择适当的时间，用刮匙或活组织吸管取子宫内膜活组织作切片在显微镜下观察，可知其是否符合正常的状态。如果采用了干预生育的措施，也可借此法协助鉴定其是否有效。

宫颈粘液检查 子宫颈的内膜细胞在雌激素的作用下分泌粘液。雌激素的作用越强，粘液分泌量也越多，而且呈稀薄状态。此时其含氯化钠和水分较多。将粘液涂于玻片上，干燥后氯化钠即形成结晶，结晶的形状可随性激素作用的强弱而有不同：①排卵前雌激素水平最高时粘液稀薄，最有利于精子的穿透。此时结晶也最典型。②排卵后在孕酮的作用下，结晶消失，涂片上但见成排的颗状体。此时粘液稠厚粘着，精子不易穿透，可防止其对着床的卵胚产生干扰。

用阴道扩张器暴露子宫颈，观察颈口情况。雌激素作用偏高时(如排卵前)，宫颈外口松弛呈略开状，口内有鸡蛋清状粘液流出。用棉签卷出(或用长柄钳伸入颈口夹出)一些粘液，将粘液置玻片上，将另一张玻片覆盖其上，然后将两张玻片拉开(或伸开钳口测其伸展长度)，可见粘液延伸甚至达7—8 cm长。孕酮作用下的粘液则呈稠厚混浊貌。使用这些方法在周期中作连续观察，便可判断雌孕激素的分泌状况是否符合正常规律。

阴道脱落细胞检查 阴道粘膜主要受雌激素的作用而增生，表层的细胞随之成熟脱落。在月经周期中，所脱落的细胞随雌孕激素水平的变化而表现表层与中层、底层等比例不同，因此连续观察可借以判断卵巢或胎盘激素的动态变化。但是所反映的情况系前2—3 d激素分泌情况。

取细胞样本前先准备有盖的盛器，内置95%酒精与乙醚各半的固定液。用2—3 mm口径的钝端吸管或经生理盐水润湿的棉签自阴道两侧壁之上1/3处吸取或卷取脱落细胞。然后涂于洁净玻片上，立即放入固定液。至少15 min后可取出染色，用papanicolaou或shorr方法染色，即可作显微光镜观察。如果取样本前阴道内已有血迹或炎症、24 h内用药作阴道冲洗等都可影响涂片的质量，应加注意。

染色后脱落细胞的图象可用多种方法表达，常用指标之一称成熟指数，即列出粘膜所脱落各层细胞数(底层/中层/表层)之比。当雌激素作用水平极度低落时，可能表现为90/10/0，如产褥或哺乳期，卵巢功能尚未恢复前，涂片显示雌激素作用极度低落；绝经多年后及卵巢切除后，涂片也都呈雌激素作用极度低落状。而随雌激素水平增高，成熟指数中各层细胞比例会有不同，如排卵前，阴道涂片中显示高雌激素水平表现。

阴道排液中不但包含有阴道壁的脱落细胞，也将包含有宫颈表面的、子宫颈内膜和子宫腔的内膜细胞。如果这些部位发生肿瘤，则其细胞可在阴道排液涂片中表现。

基础体温测定 妇女经过6—8 h睡眠后安静清醒状态下的体温，称为基础体温。孕酮有作用于下丘脑的体温调节中枢，产生升温作用，因此在月经周期的黄体期，因孕酮产生而引起体温升高约0.3—0.5℃。这种月经前期低、后期升高的周期性体温变化称双相体温。如无排卵无黄体形成，也无黄体酮分泌，则无规律性体温升高而形成单相型体温。当用激素药避孕时也可观察基础体温，判断月经的正常周期性改变受干扰的程度。

女性节育方法指导

女性节育方法指导是指用科学方法进行节育指导，在不妨碍正常性生活的身心健康的条件下，使妇女暂不受孕。目前主要采用抑制卵子的产生；阻止卵子与精子结合；改变子宫内环境，不利于精子获能和生存，以及不适宜受精卵植入与发育等环节以达到节育目的。

由于各种节育方法都有优缺点，应根据不同情况选用最适宜的方法。

婚后长期同居者 夫妇长期共同生活，已育一孩且身体健康，如月经正常、无禁忌者，宜放置宫内节育器。未生育者因子宫颈口较紧，子宫肌层敏感度较高和月经过多或紊乱者，不宜放置。目前常用的宫内节育器已由普遍使用的不锈钢金属圆环发展为V型和T型等宫内节育器，后者的妊娠率和脱落率均低于前者。健康妇女也可应用口服避孕药，首选为短效复合型，但需有恒心，能坚持按时服药。如有漏服，次晨应补服一片。避孕药兼有治疗作用，尤适用于月经过多、月经紊乱、痛经、经前紧张症者。但初潮过晚或月经稀少者不能用。如想减少用药次数，可选用长效口服避孕药。不愿服药者还可用避孕针或埋植剂。埋植剂是一种新的避孕技术，应用含孕激素(左旋18-甲基炔诺酮、地索高诺酮)的皮下避孕埋植棒，置于上臂内侧。埋植一次，有效期至少5年。屏障避孕法如避孕套、阴道隔膜、宫颈帽等，如使用得当也有良好效果。

新婚时期 见“新婚避孕指导”条。

分娩后和哺乳期 见“哺乳期避孕方法指导”条。

人工流产后 可在人工流产术结束的同时放置宫内节育器，既节省时间又减少操作。但在带器妊娠和节育器多次脱落的妇女，应选用其他方法。人工流产后2周内，应禁止性交，然后用避孕套或阴道隔膜避孕。也可在下次月经开始后使用避孕药，在此以前则暂用避孕套。

夫妇两地分居者 夫妇两地分居，每年仅在探亲时团聚，可采用临时性措施，最常用的是避孕套或阴道隔

膜,也可使用探亲避孕药。各种探亲避孕药均有各自的服法,应严格遵照医嘱。如探亲时间超过2周,应在来过一次月经后改用短效避孕药,以免因长期服探亲避孕药而引起不规则出血。

更年期 这一阶段生育力虽下降,但仍有受孕的可能。以使用避孕药膜、药膏以及局部应用的避孕方法为宜。宫内节育器不太适用,一方面因宫颈较硬不易放入,另一方面因出现的副作用易与这个时期的妇科疾病相混淆。但如已放置多年且无副作用,则可继续使用,可在绝经6个月到1年后取出。高龄妇女易发生心血管疾病,因此不宜应用口服避孕药。

患病期间 此时各种节育方法的禁忌证和适应证如下:①如有心、肺、肝、肾、脾等疾患,糖尿病需胰岛素治疗者,严重高血压、乳房肿块、子宫肌瘤、月经稀少及经量过少者,均不宜用避孕药或针。②生殖道炎症如盆腔炎、阴道炎、子宫颈炎(重度),子宫过度前后屈曲,子宫II—III度脱垂,子宫颈口过度松弛者,以及严重心脏病、重度贫血、月经过多者,均不宜放置宫内节育器。③有膀胱膨出、直肠膨出、子宫脱垂、阴道过紧及橡胶过敏者都不宜放置阴道隔膜、硅橡胶阴道药环。④患滴虫性阴道炎时,以避孕套最为合宜,以免男方感染滴虫,相互传染,以致阴道炎久治不愈;经量过多或月经紊乱在除外器质性疾病后,采用短效口服避孕药;月经过少或月经稀发常有闭经者,则以放置宫内节育器为好;过敏体质的妇女,不能使用任何药、具时,可采用自然避孕法。⑤不需再生育,或患心、肝、肾等疾病不宜生育者可作绝育术;第二次剖宫产时更应作输卵管结扎术。

个人原因及地区条件 可因人因地采取不同的节育方法:①当男方不合作(如不愿采用避孕套)时,应以女方为主,如采用宫内节育器、口服避孕药、阴道隔膜等。②交通不够方便的地区(如农村、山区),应选用相对稳定的措施,如宫内节育器、皮下埋植剂等。③几种方法交替使用,以互补其短。如使用口服避孕药数年后经量减少,可改用宫内节育器使经量恢复,反之亦然。还可以两种方法并用,如已知不锈钢金属圆环在放置后3个月内脱落率最高,这个时期可合并应用避孕套。④按照习惯及个体差异。如已习惯于某种避孕方法并已收到效果,可继续使用;某些避孕措施,对一部分妇女有副作用,但对另一些人却无任何反应,可以在实践中寻找最适宜的避孕方法。⑤中国幅员辽阔,各地条件悬殊,在选用节育措施上也有地区特色。因此,育龄妇女除结合自己的具体情况外,还需参照当地的条件,因时、因地、因人地选择最合适的节育方法。

口服避孕药

口服避孕药(oral contraceptives)主要指女用甾体激素避孕药,是当前使用最广的一类避孕药物。50年代初期研究证实人工合成孕激素衍生物经口服后具有很强的孕激素样活性和避孕作用。由于单纯应用孕激素避孕突破性出血发生率较高,配伍了雌激素成为雌、孕激素复合片后,不仅控制了出血,也提高了避孕效果。60年代以来很多国家用此类药避孕。

种类 口服甾体激素避孕药的孕激素成分,可分为19-去甲基睾丸酮和17α-羟基黄体酮衍生物两大类。前者的衍生物包括炔诺酮、醋炔诺酮、去氧炔诺酮、异炔诺酮、双醋炔诺酮、18-甲基炔诺酮、地索高诺酮及醋炔醚等,后者的衍生物包括甲孕酮、甲地孕酮、氯地孕酮、16-次甲基氯地孕酮、甲地孕酮环戊烷丙酸酯等。口服甾体激素避孕药的雌激素成分主要有乙炔雌二醇、炔雌醇-3-甲醚、炔雌醚等。由上列各种成分制备成以下多种类型的口服避孕药。

短效口服避孕药 有以下几种。

(1) 固定剂量复合短效避孕药:由雌、孕激素配伍而成,是应用最广,避孕效果最好的一种。在月经周期第1—5天开始服用,每日1片,连服21—22片,停药1周后再开始下一周期。

国内常用固定剂量短效避孕药有:①复方炔诺酮片(口服避孕片1号):每片含炔诺酮0.6mg和乙炔雌二醇0.035 mg。近年来继续减低剂量为炔诺酮0.3 mg和乙炔雌二醇0.03 mg,称为1/8量复方炔诺酮片。②复方甲地孕酮片(简称口服避孕片2号):每片含甲地孕酮1 mg和乙炔雌二醇0.035 mg。③复方18-甲基炔诺酮片:每片含消旋18-甲基炔诺酮0.3 mg和乙炔雌二醇0.03 mg。④口服避孕片0号:每片含炔诺酮0.3 mg、甲地孕酮0.5 mg和乙炔雌二醇0.035 mg。为了减少副作用,目前国内外均采用低剂量药物。

(2) 相型复合短效避孕药:近年来,国外设计出一种新的相型避孕片。有的含炔诺酮和炔雌醇,有的含左旋18-甲基炔诺酮和炔雌醇。分为双相及三相两种。服法与固定剂量者相同。但双相片是在服药周期前、后半期分别服用不同剂量配伍的雌、孕激素复合片;三相片则是将服药周期分为三个阶段,每个阶段服用不同剂量配伍的复合片,它们模拟了正常月经周期中性激素的变化,达到低剂量、高效果的目的。

(3)连续低剂量孕素避孕药:不中断地每日连续应用小剂量孕激素,如国外应用单纯的炔诺酮0.35 mg,或18-甲基炔诺酮0.03 mg,适用于忌用雌激素的妇女。这类药虽无雌激素所致的副作用,但突破性出血率高,避孕效果较差。

长效口服避孕药 为了避免短效口服避孕药频繁服药的弊端,近代研究寻找长效口服避孕药,即服用一次可维持较长时间的避孕效果。中国试制成功的雌二醇环戊醚(或称炔雌醇环戊醚,简称炔雌醚),具有长效避孕作用,与一种孕激素制成复方剂,服用1粒,可避孕1个月。炔雌醚经口服吸收后,能贮藏于脂肪组织而缓慢释放。早

期生产的三种长效口服片，即18-甲基炔诺酮(12 mg)、氯地孕酮(15 mg)、16-次甲基氯地孕酮(10 mg)，均分别配伍炔雌醚3.0—3.3 mg。由于炔雌醚用量过高，故导致较强的类早孕反应等副作用。近年来经减低雌激素剂量及改进配伍处方，研制成不少减量长效口服药，效果肯定，副作用明显减少。此外，复方孕素1号长效口服避孕片，又称甲孕环酯避孕片，以孕激素为主体，炔雌醚含量仅为其他长效药的1/10，有效率达99%。

几种新型减量长效口服避孕药为：复方18-甲长效口服避孕片(含炔雌醚和18-甲基炔诺酮)、减量"三合一"长效口服避孕片(含炔雌醚、氯地孕酮和18-甲基炔诺酮)、复方16-次甲长效口服避孕片(含炔雌醚和16-次甲氯地孕酮)、复方孕素1号长效口服避孕片(含炔雌醚和甲地孕醇环戊烷丙酸酯)。

探亲避孕药 是中国研制的一类适用于夫妇分居两地，在探亲时女性使用的口服避孕药。因其随时可以开始服用都能达到避孕效果，故适用于临时探亲者。

这类药物的化学结构全为甾体化合物，其中除双炔失碳酯外，都是人工合成的孕激素——17-α-羟基孕酮及19-去甲基睾酮衍生物。中国目前有九种探亲避孕药：炔诺酮探亲片(含炔诺酮)、甲地孕酮探亲片(含甲地孕酮)、18-甲基炔诺酮探亲片(含dl 18-甲基炔诺酮)、三烯高诺酮避孕片(含三烯高诺酮)、醋炔醚探亲避孕片(含醋炔醚)、甲醚抗孕含膜(含甲地孕酮和醋炔醚)、氯醚抗孕片(含氯地孕酮和醋炔醚)、53号探亲片(含双炔失碳酯、维生素B_6和咖啡因)和醋炔诺酮肟(含醋炔诺酮肟)。

避孕机制 雌激素成分有抗排卵作用，孕激素成分亦有抗排卵作用，并改变子宫颈粘液，使之粘稠，不利精子穿透；同时，子宫内膜在这些激素的影响下，并未适时为胚泡着床做好准备，亦是产生避孕效果的一个环节。如将雌、孕激素合并应用，往往可以提高避孕效果，并减少药物副作用。各类避孕药作用于多个环节者，避孕效果高；作用于个别环节者，避孕效果较低。

适应证及禁忌证 身体健康，月经基本正常的育龄妇女，一般皆可应用。有肝、肾病史，目前功能正常无症状者，应在医师指导下应用。有血栓栓塞病史慎用。正在服用巴比妥类药、抗惊厥剂、利福平等，因可增加避孕药失败率，应暂缓使用。凡患有急、慢性肝炎，急、慢性肾炎，严重高血压，糖尿病，甲状腺功能亢进，子宫肌瘤，乳房肿块，乳头有异常分泌，恶性肿瘤患者均不宜应用。

避孕药的选择 选用时可考虑以下几方面。

(1) 避孕效果：复合型短效避孕药效果最高，按国际妇女年计算，有效率为98.7%—99.96%；其次为长效避孕药，有效率为98.3%；效果稍差的是探亲避孕药，有效率在79.6%—99.7%之间；连续低剂量短效避孕药效果最差，故未在中国推广。

(2) 有无类早孕副作用：复合短效口服避孕药、长效避孕药等都是雌、孕激素合并制剂，因含雌激素，都会引起类早孕反应，如恶心等胃肠道反应。其中长效药多数因含有大量长效雌激素成分，反应较重；相型药雌激素剂量较低，反应往往较轻；探亲避孕药多为孕激素单方，无明显类早孕反应。

(3) 控制月经周期：复合型短效药及每月服用的长效片控制月经周期较好；探亲避孕药用药过程有一定比例的突破性出血以及周期缩短，但出血量改变不明显。

(4) 应用简便程度：短效避孕药不论何种类型，每周期需连续用药21—22 d，漏服即影响效果，不够简便；长效避孕片每月用药一次，比较简便；探亲避孕药可随时开始服药，且不必续用达21 d以上，适用于两地分居的探亲对象。

(5) 远期安全性：低剂量孕激素避孕药及探亲避孕药均只含少量孕激素，安全性高；短效口服避孕药当前采用减量制剂或仅含低剂量激素的相型制剂，安全性亦高；长效避孕药的远期安全性检验，亦较满意，但药物含雌激素量大，需密切随访。

(6) 制剂的成分和剂量：各种类型的口服避孕药所含成分和剂量有所不同。在不影响月经控制的条件下，应尽量选择低剂量的制剂，并采用对代谢影响少的孕激素成分避孕药。

目前国内外口服避孕药品种繁多，剂量、服法也不同。须按本人具体情况选用，防止弄错和误服。特别要注意不可将长效药当短效药连续服用，以免发生肝脏损害。药物应放干燥阴凉处，并妥善保管，防止药物变质和儿童误服。

宫内节育器

宫内节育器(intrauterine device, IUD)是放置在子宫腔内的避孕装置。它是一种作用于局部，对全身功能干扰较少的有效避孕方法。放置一次可使用多年。具有安全、有效、简便、经济、取器后不影响今后生育等优点。

宫内节育器的种类 IUD的应用已有几十年的历史，中国自1956年起临床上大量应用。据统计，全世界已有数十种不同类型或形状的IUD，按其发展和作用可以分为两大类。

惰性IUD 选料面广，有蚕肠线、不锈钢、塑料、丝线、尼龙、硅橡胶等。由于其化学性能稳定，故名为惰性IUD。国内主要有不锈钢金属单环、双环、麻花环、宫形环、不锈钢塑料混合环、塑料节育花和硅橡胶盾形环等IUD。

活性IUD 此类节育环大多用塑料或硅橡胶作支架，其上绕以铜丝，包以铜套或放入孕激素类活性物质。常用的含铜IUD有T铜200、V铜200、T铜220c、铜7形及多负荷型IUD；含孕激素的IUD有T型含孕酮及左旋18-甲基炔诺酮的IUD；带磁性物质及抗纤溶药物者尚在试用之中。

常用宫内节育器的评价 主要有三种类型。

不锈钢单环IUD 用不锈钢绕成的螺旋形弹簧圈环，是中国应用最广、历时最久的IUD。其优点是费用低廉；放置与取出操作易于掌握，有利于推广应用；便于复查；材料性质稳定，可长期放置，而质量无明显改变；使用安全；副作用较少，因出血或疼痛等原因取出率低。主要缺点是脱落率和带器妊娠率较高。按国内生命表法统计，对比不锈钢单环、V铜200、T铜220_C随访3年的结果表明，在整个过程中不锈钢单环脱落率和带器妊娠率最高，续用率最低，但因出血与疼痛等副作用而取环者较其他两种含铜IUD为低。

带铜V形IUD 是仿效宫腔形态设计的一种新型活性V字形IUD，以不锈钢丝作支架，外套硅橡胶管。在两上臂及两斜臂上，绕有四段铜丝，铜丝的总面积为200 mm^2。横臂于中央部断开，以尼龙丝连接，称中心扣，使横臂有0.5 cm的伸缩性，能适应宫缩时子宫腔横径变小的情况。其优点为带器妊娠率低。根据放器后1—3年生命表法统计结果，带器妊娠率约为金属单环的1/5—1/3，与T铜220_C相近。缺点为出血等副作用较高。

T铜220_CIUD 系根据子宫腔形态而设计，其塑料支架呈T形，按带铜面积(mm^2)不同，有T铜200、T铜380_A及T铜220_C等多种类型。T铜220_C避孕有效期可长达20年。其优点为脱落率低，续用率高于V铜200及金属单环；带器妊娠率与V铜200相似。缺点是疼痛和出血率较高。

上述三种类型IUD，目前均已在中国广泛应用，但孰是最佳者，尚待严密的观察和考验。同时还应对新的类型进行探索。

避孕机制 放置IUD后，由于局部组织反应，宫腔内白细胞迅速增多，可在宫腔液、子宫内膜甚至肌层中见到。白细胞增多数量与避孕效果有关。此外，子宫液中尚产生大量巨噬细胞、单核细胞和浆细胞。这些细胞本身有毒害胚泡作用。而且，宫腔内生化环境也随之发生变化，内膜中的溶酶体、水解酶、蛋白酶等均有所增加。由于组织崩解，局部非蛋白氮和尿素含量也随之升高。子宫内膜纤溶酶原激活剂含量较高，可促进子宫腔中纤维蛋白溶解而不利于胚泡着床。宫腔液电解质中钙离子明显增高，可影响精子的代谢和获能。子宫内膜及月经血中前列腺素$E_1/F_2\alpha$、I_2/T_XB_2的比例亦有所升高。放置IUD后也可引起机体的免疫反应，血清中IgG及IgM增高。这些都和IUD的避孕作用有密切关系。

妇女在使用带铜IUD时，周围血的铜离子浓度不受影响，而内膜中铜离子却有明显增加。由于铜与锌有拮抗作用，铜离子增高时锌离子的含量即相应下降。而锌又是细胞中某些酶如碱性磷酸酶及碳酸酐酶的组成部分。故铜离子浓度的增高，可使子宫内膜细胞代谢及生化方面发生一系列变化，干扰它们对滋养叶细胞的保护作用。且铜离子对精子有直接毒性作用，可抑制精子移行，影响受精。

应用含孕激素IUD的妇女，血清中激素未见升高，对全身内分泌无干扰。它的主要作用是引起子宫内膜腺体的萎缩，间质发生蜕膜反应，胚泡与内膜发育不同步，这些变化都不利于着床和着床后的营养环境。

放置IUD的禁忌证 ①月经过多、月经频发或有不规则阴道出血等月经不调病人不应放置，因疾病的症状和IUD的副作用难以辨别，而且放置IUD可使症状加重。②急、慢性盆腔炎、急性阴道炎、宫颈炎以及宫颈重度糜烂未经治疗者不应放置，以免病情加重或病原体被带入宫腔内。③生殖器肿瘤如子宫肌瘤或卵巢肿瘤者不应放置IUD，待治愈后再根据情况选择避孕方法。④各种严重的全身性疾病及慢性疾病的急性发作阶段，特别是有出血倾向的妇女不宜放置。⑤子宫畸形如双角子宫、子宫纵隔等可能影响IUD效果。子宫颈管明显狭窄者，放置IUD困难，并易有副作用或并发症；子宫颈口过松或重度撕裂，IUD容易脱落。此外，痛经严重者应慎用；体温在37.5℃以上者暂不放置，需查明原因后方可考虑；疑有妊娠可能者，应先排除妊娠后始可放置。

IUD放置时间 放置时间以月经净后3—7 d为最宜，但临床实践证明，除了禁忌证的限制以及放置前应排除妊娠外，只要严格遵守无菌操作及手术步骤条件，其他时间均可放置。

月经期及周期中其他时间 月经期放置的优点为宫口较松，易于放置，基本上能避免IUD放入妊娠子宫内，又可解除由于放置IUD而引起阴道少量出血的顾虑。月经净后3—7 d或月经中期放置较好，此时子宫内膜处于增生期，雌激素水平高，宫口较松，故IUD易于放置到正确位置并不易损伤内膜。月经周期其他时间放置，效果稍差。

人工流产后 吸宫术或钳刮术后放置能一次手术同时落实避孕措施，减少妇女痛苦，并可预防宫腔粘连，应予大力推广。但放置时要排除潜在感染或出血的可能性，特别要警惕妊娠组织产物残留。对孕期中有阴道流血史，人流手术时间长，反覆操作，手术出血多者，则不应放置。

产时和中期妊娠引产后 一般说来，这一时期放置者脱落率较高，但愿意采用IUD且不适用其他避孕方法者，可在有条件的医院，争取在符合适应证条件下给予放置。剖宫产后放置效果较好，应予推广。

产后 对于分娩后要求放置IUD的妇女，首先应在产时或剖宫产时放置，有禁忌证者宜在产后42 d检查时放置，发现产时放置有脱落者也应在此时补放。如仍有禁忌证则延续到3个月后任何时间放置，但哺乳期放置应特别谨慎，以防子宫穿孔。

IUD随访 放置IUD后应定期随访，这是提高避孕效果，及时了解副作用及减少并发症的重要环节。

随访时间 宜在放置后1、3、6、12月各进行一次，以后每年随访一次，如有副作用而需处理者应随时检查。

随访内容 包括：①带IUD者的一般状况。②自觉症状及盆腔情况，如有异常应及时处理。③妇科常规作双合诊检查。④对IUD带有尾丝者，可从宫颈口外观察其长度即能了解IUD位置是否合适。如检查不见尾丝，应进一步检查以确定IUD是否脱落或尾丝已卷入宫腔内。⑤X线检查：X线透视可确定金属IUD的存在及其形态是否正常。对个别可疑嵌入穿孔或异位者可考虑作各种相应的宫腔造影。⑥超声检查：不论IUD由金属或塑料制成，均可被超声正确显示。有时亦可在无菌操作下，细心地用探针直接触探IUD以确定其位置。

阴道隔膜

阴道隔膜(vaginal diaphragm)是一种女用避孕工具，由乳胶制成，外形是浅口帽状，周边有弹簧环，软而有弹性。性交前放入阴道内，后缘达阴道后穹窿，前缘抵耻骨弓后凹，可将阴道严密地隔成上前和下后两部，子宫颈在隔膜上部，性交时射入的精子均在下部，可阻止精子进入子宫腔，从而达到避孕目的。如使用得当，避孕效果可达95%。阴道隔膜于1938年由德国首创，50年代起使用日多。国内自60年代初开始生产并宣传推广，但选用者不多。随着甾体避孕药和宫内节育器的普遍应用，阴道隔膜使用更少。近年来，随着性传播性疾病的增多，特别是艾滋病给人们带来了恐惧，使阴道隔膜的使用有增多的趋势。

种类 当前国际上常用的阴道隔膜，根据其弹簧圈的结构不同，大致可分为三种式样：扁平圈型、盘绕圈型及弓形圈型。隔膜的尺码是根据弹簧圈的外径(mm)计算和表示的，号码有55—95号，档次间距为5 mm。国内生产的仅盘绕圈型一种，尺码有55—80号。

选配和使用方法 使用阴道隔膜要根据阴道壁松紧选择大小，一般常用65、70、75号。凡阴道过紧、阴道中隔或前壁过度松弛、子宫脱垂或过度倾屈者均不宜使用；阴道、宫颈或盆腔急性炎症、泌尿道感染反复发作以及有习惯性便秘者，应治愈后使用；使用对象或其丈夫无能力学习放置技术者也不宜选用此法，因为放置位置的失误将使隔膜不能起到严密的阻隔作用而导致避孕失败。

选配隔膜，先应排空膀胱，作妇科检查并测量阴道后穹窿至耻骨联合后缘的间距，即相当所要选配的隔膜直径，然后取相应尺码隔膜试放。只要尺码选对，放置准确，隔膜不会影响正常活动，任何动作包括排尿排便均不会改变其安放的位置。

隔膜应在性交前有足够时间安放，性交后应留置8—12 h才能取出，但应不超过24 h，以减少刺激和感染的可能。放置时采取半卧位、蹲位或站立以一足踩凳位，用一手分开阴唇，另一手将隔膜弹簧圈捏扁，使之压成长形，沿阴道后壁向内向后轻轻推入阴道顶部，使其后缘抵达后穹窿，前缘紧贴在耻骨弓后凹，并完全遮盖子宫颈。为提高避孕效果，可在隔膜圆顶中涂上杀精剂，使之覆盖宫颈表面，任何从隔膜边缘逸入的精子都会失去活力。隔膜放入阴道时，圆顶面向上向下均可，但杀精剂必须涂在接触宫颈的隔膜面及周边上。

取出时用手指伸入阴道，在耻骨弓下钩住隔膜前缘向下方提出。取出后隔膜应用软肥皂和水清洗，擦干，并检查有否破损，然后放在阴凉处保存备用，避免接触油性物质，以免隔膜变质。妊娠分娩后应重新配置隔膜尺码。

阴道隔膜如能坚持而准确使用，是一种非常安全而又有效的避孕工具，但使用不当也可能会发生一些问题，如局部刺激或过敏反应、阴道炎症；弹簧圈过大压迫尿道引起反复发作膀胱炎及盆腔部不适、紧束感或膀胱、直肠受压感。总之，阴道隔膜避孕是一种可取的避孕方法，尤其是它能减少性传播性疾病感染的危险。对某些不适于应用激素类避孕药或宫内节育器及希望作短时期避孕的妇女则更为理想。

宫颈帽

宫颈帽(cervical cap)是一种圆顶较高的小型阴道隔膜，是阻断式避孕工具之一。常用品种系形似针箍的杯状物，国外过去用银或铜制，以后改用塑料或橡胶制品，性交时放置在宫颈上，可利用其质硬而韧的周边与宫颈间所产生的吸力，将宫颈周围紧箍而固定其位置。其避孕作用和阴道隔膜相仿，如能放置准确，也可阻隔精子和宫颈接触而起屏障作用。同样，宫颈帽内也可放入杀精剂，以增加其避孕效果。

目前国际上常用的宫颈帽主要有三种类型，即针箍形、钟形和碗形，均为软橡胶制成。国内1982年研制出闭式宫颈帽，它采用了仿生学的外型，以医用硅橡胶为材料。帽内缘直径为21、23、25、27和29 mm共五种。生物相容性和稳定性好，并有存放时间长和对性生活干扰作用小等特点。避孕效果在不加杀精剂时为90.6%，加时更好。宫颈帽还能防止性传播性疾病、保护宫颈，使原有的宫颈糜烂改善，减少宫颈癌的发生。

凡能接受指导的妇女均可使用，特别适用于不宜或不愿用避孕套或宫内节育器者；阴道松弛或子宫脱垂、膀胱或直肠膨出不能使用阴道隔膜者；居住条件限制不宜放隔膜者。但在患有急性生殖道炎症、重度宫颈糜烂或撕裂畸形者以及6周内施行过宫颈活检、电灼等治疗者不宜选用。每个妇女可事先选方便的时间放置。上帽时取半卧或蹲位，一手分开大小阴唇，另一手捏瘪宫颈帽，使帽沿对着宫颈进入阴道，达宫颈后端时，放开手使帽张开向上，借助帽内负压，套在宫颈上，手指摸帽沿一圈，以确定与宫颈组织紧密接触无空隙。上帽后可留置1—3 d。若在同房当天取帽，应在性生活8 h后。取帽时手指伸入阴道，钩住帽沿拉起，使负压消失，帽即脱落，取出后用温水洗净，擦干放盒内。下次再用时先用开水浸泡或用酒精

膜帽。此帽经得起煮沸消毒，一只帽可连续使用2—3年以上。帽型号不对、上帽位置不正确、帽沿与宫颈组织有空隙以及性交后过早取出，均是宫颈帽避孕失败的原因。

目前上海又制成阀门式宫颈帽，其顶部有个单向外开的“阀门”，故可留置较长时间。单向阀门具有瓣膜的功能，有利于经血和分泌物的引流，减少感染机会，但能阻止精子的进入。国外在阀门宫颈帽基础上发展一种薄型能定制的宫颈帽，用柔韧的塑料浇制而成，能适应不同形状的宫颈，更可持续留置数月至1年左右。

自然避孕法

自然避孕法(natural family planning)是指根据妇女生殖系统的周期性生理变化，通过记录月经的日程表，观察宫颈粘液和测量基础体温，以避开精子与卵子相遇时机，不采用药物或工具的避孕方法。精子在女性生殖道内能使卵子受精的期限为1—3 d，而排卵后卵子只能存活12—24 h。女子排卵时间一般在下次月经来潮前12—16 d。因此精子与卵子须适时相遇才能受孕。

月经日程表法 自然避孕首先应有记录月经日程的习惯。从以往最短的周期中减去16 d，可以算出在今后周期中最早发生排卵的日子。从以往最长的周期中减去12 d，则可以算出今后周期中最晚发生排卵的日子。再结合精子和卵子各自的存活期，两者相加共为4 d。因此，在排卵期前5 d到后4 d之间称为最易受孕期，其余日期为安全期。单独使用记录月经的日程表法来决定安全期并不可靠。这是由于排卵日期会受到情绪、环境、疾病及药物的影响而发生改变，其有效率仅为60%—80%。因此，应与观察宫颈粘液和测量基础体温相结合。

宫颈粘液检查 宫颈粘液是以宫颈管葡萄状腺体分泌为主的混合物质，受卵巢中分泌的雌激素和孕激素影响，它的量和质均有周期性变化。月经周期刚开始和将近结束时，宫颈粘液少、粘稠，并因混有细胞成分而不透明，这种宫颈粘液为不易受孕型。在月经周期的前半期，随着卵泡的发育，雌激素水平逐渐上升，宫颈粘液量增多而稀薄。当雌激素进一步增加时，宫颈粘液含水量更多，也显得较为明亮。在排卵前雌激素高峰时，宫颈粘液变得滑溜、水状和透明，可用拇指和食指把粘液拉成很长的丝状，称为易受孕型，常出现在月经中期。在易受孕期，宫颈粘液通常比月经早期增加10倍，粘液丰富，有助于精子通过。排卵后，孕激素能抑制宫颈腺体分泌粘液，并变为少、厚、粘稠，混有细胞成分和蛋白质，呈白色或黄色，精子不易通过，很快又回复到不易受孕型。

月经日程表和粘液检查合用 配合月经日程表观察宫颈粘液，每天需要进行几次。一般可利用起床后、洗澡前及小便前的机会，从阴道口取粘液检查，不必伸入阴道里面。可根据阴道口的感觉、粘液的外观和粘稠度，并用拇指和食指作拉丝反应等作出判断。检查宫颈粘液可在月经即将净时开始；但如周期很短，则可在上一周期的最后几天开始，体会一下粘液少而稠的感觉，以便有所比较。

首先用月经日程表来确定安全期和易受孕期。但是，在“安全期”里，如果粘液并不粘稠，提示有提前排卵的可能，应认为易受孕期已经开始，不能性交。同样，在月经日程表的易受孕期，即使宫颈粘液粘稠、干燥，也不能认为是安全的。

测定基础体温 基础体温是机体维持最基本活动情况下产生的温度，也就是人体处在完全休息状态时的身体温度。发育成熟的妇女，在卵巢分泌的性激素影响下，其基础体温随月经周期而呈现规律性的周期变化。在月经周期前半期即卵泡期，基础体温相对较低；排卵后的月经周期后半期即黄体期，由于孕酮对下丘脑体温调节中枢的作用，体温可上升0.6℃左右，这种上升可在一天内直接升高或在数天内呈阶梯式升高。

基础体温的测定一般应在凌晨初醒未起身前测量，在这以前至少要熟睡3 h。把每天早晨测得的体温，记录在带小方格的图上。把每一点连成线条，就可得到从月经周期早期开始体温较低至排卵后体温上升的整个周期曲线。确定排卵已经发生并已超过卵子的存活期，这一阶段性交最为安全。用测量基础体温方法判断排卵已经发生要比预料何时发生排卵要容易得多。为了排卵后的避孕，一定要在基础体温处于升高水平达3昼夜以上才能性交。其标准为基础体温连续3 d都高于上升前6 d的平均体温达0.2℃以上。值得注意的是，如果基础体温提示是安全期，而宫颈粘液是易受孕型，就不能性交。反之，如果宫颈粘液是不易受孕型，而基础体温提示是易受孕期，也不能性交。

由于自然避孕法未用药物或工具，因此，并无任何副作用。如果应用得当，避孕效果可达99.74%。这是一种安全而有效的避孕措施。但是，它需要夫妇间的相互谅解和合作。学习和认识这种方法的规律性，进而掌握自己月经周期的特点并按规定严格执行。某些妇女如果月经周期不规则，产后或流产后不久，或者生活环境改变，以及分居后探亲等，则不宜使用。

外用避孕药

外用避孕药(spermicidal contraceptives)是一类阴道杀精剂。性生活前将药物放入阴道内，通过杀伤精子达到避孕目的。现有的杀精剂包括两种成分：一种是惰性的基质(通常是泡沫剂、霜剂或胶冻等)，放入阴道后利用其物理作用，以消耗精子的能量，或在宫颈口形成薄膜或泡沫等，以阻止精子进入子宫内；另一种是化学杀精剂，起杀灭精子的作用。阴道杀精剂可以单独使用，或与阴茎套、阴道隔膜等避孕工具联合应用。其特点是对人体几乎无害，也不干扰内分泌系统。

目前国内推广使用的外用避孕药有膜剂和栓剂

两种。

膜剂 是非离子型表面活性剂壬苯醇醚和烷苯聚醇醚药膜，其作用是破坏精子细胞膜，使精子失去活动力，避孕有效率均在95%以上。女方使用时将一张药膜捏成松软小团后，用手指将其送进阴道深部，一般约10 min后药膜溶解，此时可进行性生活，因药效短，必须在半小时内进行。如男方使用，可在阴茎上先用分泌物湿润后，将一张药膜包贴在上面，阴茎插入阴道深处数分钟后药膜溶解即可。如男方排精过早就不宜男方采用。

栓剂 有烷苯聚醇醚栓和鱼肝油酸（鱼脂酸）阴道避孕栓，避孕效果与膜剂相似。使用时，女方在每次性生活前将手洗净，然后用食指和拇指夹住栓剂，放入阴道口，再用食指将其推入阴道最深部，否则不易溶化，影响效果。药物一般10 min溶化，但因人而异。性交结束后不要立即冲洗阴道，以免阴道内药物流出。下次性交时需再次放药。

从长期安全性来看，目前国内外普遍使用的非离子型表面活性剂无致畸和诱变效应，日常使用对全身无副作用，故患慢性肝、肾疾患者、哺乳期妇女皆可应用。失败主要与应用方法不当有关。此外，阴道有炎症者不易耐受药物局部刺激，或有局部过敏史者不宜选用杀精剂；子宫脱垂、阴道壁松弛者因药物难以保留在阴道内也不宜使用。

杀精剂还是一种洁净剂，在体外试验可杀死性传播性疾病的病原体，包括淋菌、滴虫、疱疹病毒、衣原体等。国外报道，妇女不论单独应用杀精剂，还是与隔膜、阴茎套合用，妇女慢性盆腔炎发生率减少50%，淋病发生率减少75%左右。

表面活性杀精子药，要求效果好，作用时间长，又能保持其安全性。目前已研制出新型杀精剂，如RS-37 367，是一种有机化合物，效果比壬苯醇醚强25—30倍；精子酶抑制剂Agen 503、β阻滞剂propranolol，在体内和体外试验均证明有效。棉酚作为杀精剂的研究正在进行中。

女性绝育术

女性绝育术（female sterilization）是指利用手术切断、结扎、电凝、环夹或采用药物等方法阻断输卵管的通道，防止精子和卵细胞接触，以达到断绝女子生育能力的一种技术。输卵管位于盆腔内，故手术较男性绝育稍复杂。但只要掌握好手术的指征和禁忌证，并严格遵照正确的操作，手术仍是安全的。失败率在1‰—6‰，其原因可有绝育方法本身的缺陷所致，也可由手术操作造成。

中国1982年进行全国千分之一人口生育情况调查，城镇妇女进行输卵管绝育者占节育者的20.3%，而农村中占26.4%。实际上，绝育手术的危险性远不如进行药物避孕，或对已发生的妊娠作人工流产，或足月分娩等过程大。进行手术前应使受术者充分了解绝育手术的方法和作为永久性不再生育措施的性质，让受术者考虑成熟后再决定是否接受绝育手术；其次要对绝育者详细询问病史，了解有无影响手术的慢性病，并进行全身体格检查。如果子宫内正安置节育器，宜于手术前取出。如果发现有影响麻醉或手术质量的病情，应予适当处理。例如对某种麻醉剂过敏就应避免应用；当手术野存在感染时，则不宜即时手术。

女性绝育术种类 阻断输卵管通道，可经腹壁入腹腔进行，也可经阴道穹窿进腹腔后陷凹进行，还可以直接通过子宫颈管经宫腔而堵塞输卵管。中国在60年代曾广泛开展经阴道实行绝育术，但并发症发生率远较经腹腔手术高而后少用。目前常用的女性绝育手术有输卵管结扎术、腹腔镜绝育术和粘着腐蚀剂注入输卵管堵塞管腔绝育。

绝育术并发症 不同绝育方法可引起各种并发症，常由于检查时疏忽或操作不慎所致。常见的并发症有：

出血 输卵管结扎术中，过度牵拉输卵管的系膜，撕裂其内血管，可导致出血和形成血肿；钳夹输卵管时伤及血管，腹壁切开时切断血管，断端缩在创口下组织中未被发现等，术后可继续出血，以致局部形成血肿或腹腔内积血。因此要强调手术操作细巧，术毕检查全面。当时或术后还有出血，当即验证止血。

感染或炎症反应 不排除受术者本身已存在的感染灶，如在盆腔器官、牙床、扁桃体等，可于手术创口产生内源性感染；手术时消毒不严或灭菌操作不够，都可导致外源性感染。如果未预防，则发生时必须及时诊断和治疗应强调，手术过程中腹腔内绝不允许用不带尾的游离纱布，以免遗留；输卵管粘堵绝育时，如药物溢出输卵管伞端入腹腔，或注射器械误伤宫壁管壁，将药液注入组织，常因刺激而引起腹痛和炎性反应，以后产生包块和持续性低热伴腹痛，故须谨慎操作。

脏器损伤 操作粗暴或因解剖关系辨认错误而损伤膀胱、肠管等；进行腹腔镜绝育时，如用子宫钳不当，可能使子宫穿孔；作输卵管电凝术时，电极控制不严可灼伤附近器官，术后凝固组织坏死脱落时，将发生器官穿孔等严重后果。因此要强调手术者的技术训练和手术野的足够暴露，以保证准确施术，防止意外并发症。

输卵管绝育的回逆复通 输卵管绝育后，要求复通再生育是有可能的，但不一定每例都能成功。在国内切除的对端吻合成功率在40%—85%。其受多方面因素影响：①与绝育方法有关：如电凝法绝育，遭凝组织破坏较多；粘堵时腐蚀破坏的范围较大，因此遗留的正常组织就相对地少了，恢复较难。而夹子、套、结扎都是机械性的，破坏面范围较小，恢复的可能性较大。②与绝育阻断的部位也有关：一般在输卵管峡部阻断，并切除阻断部位，则端端吻合条件较好；输卵管粘堵，因自内口开始，故间质部和峡部近端遭破坏，作复通时需将宫角的输卵管

切除，以后种植剩余的正常组织，则效果较差。③绝育手术如曾伴感染，影响了其余输卵管组织，则恢复生育功能更为困难。

应该根据受术者的具体情况，如年龄、婚育情况，选择适当的绝育方法。

避孕套

避孕套(condom)又名阴茎套，是用极薄的优质乳胶制成的套子，性交时套在阴茎上，射精时精液排在套内而不流入阴道，达到避孕目的。

避孕套的优点是：①如果能正确使用，效果可达96%—99%。②使用方便，不需医务人员指导或随访。③对健康无影响，除个别人对橡胶有过敏外，无副作用。④能防止某些性传播的疾病，如滴虫性阴道炎、淋病、梅毒等。而且，这种避孕方法有利于男方主动参与避孕。

中国避孕套有大、中、小三种规格，应选用合适的号码。一般先试用中号，如不合适，再更换大号或小号。可以单独应用，也可与避孕药膏合用。

使用前应向避孕套内吹气，使之膨胀，检查有无破裂或小孔，即使是新的也应检查。如果不漏气，可将避孕套像卷袖口一样卷起来，开始性交时就套在勃起的阴茎上。戴套前先用手捏瘪套子前端的小囊，挤出囊内空气，以便让排精时的精液排入此囊。避孕套应尽量套到阴茎根部。射精后，在阴茎尚未完全软缩前，捏住套口与阴茎一起拔出，以免避孕套滑落在阴道内或精液从套口空隙溢出。

为了保证避孕效果，应注意：①使用避孕套时不可存有侥幸心理，应坚持在每次性交时使用。②在阴茎接触阴道前就戴好避孕套，不要等到将射精时才用，因在射精前常有少量精子随分泌物排出，有时也同样会怀孕。③如套子落入阴道内，只要捏住套子口轻轻拉出，并立即把避孕药膏挤入阴道，以杀死漏在阴道内的精子。④可以同时用避孕药膏、胶冻甚至唾液作润滑剂，但不能用凡士林，以免损坏橡胶，导致避孕套破裂。⑤平时应将避孕套保存在阴凉处，不要放在随身的小皮夹子内，以免橡胶长期处于温热环境而受损。

体外排精避孕法

体外排精避孕法(coitus interruptus, withdraw)是指在性交即将射精时，阴茎立即从阴道内退出，使精液排在远离阴道外口处，精子不进入子宫。这是一种古老的避孕方法，但迄今仍有一些夫妇乐意应用。因为它可以在不需要其他辅助药物或工具的任何情况下使用。方法简便，但须在男女双方对正常性功能有充分理解的基础上相互密切配合进行。即使如此，避孕失败率仍然很高，妊娠率达16%—23%之间。失败主要原因为：①在前列腺、尿道及尿道球腺中可能潴留精子，而性交时正式排精前尿道口已有粘液排出，可能引起怀孕，特别是那些在短期内有多次性交的夫妇。②在性交高潮即将射精时，阴茎往往过迟地退出阴道，精液易散布在阴道口四周，仍有机会进入子宫。有的男子甚至不能准确预测何时即将射精。此外，由于夫妇双方均集中注意力于判断性交中断时限，易引起精神紧张。因此，本法只能用于个别能熟练掌握者，在没有避孕工具时，作为临时避孕措施。

男性绝育术

男性绝育术(male sterilization)是指用手术或非手术方法造成输精管阻塞的一种持久性避孕方法。

种类 主要有下列三种方法。

输精管切断结扎 是最常用的、最古老的男性绝育方法。它是通过手术结扎或切除一小段输精管后使精子不能进入结扎远端的输精管，以达到女方不怀孕的目的。它对生殖功能、性功能和第二性征均无影响，是一种安全、有效、简便、经济的男性绝育措施。手术后注意有无出血情况；2周内避免重体力劳动，尤其是术后2h避免剧烈运动；手术医院作好详细手术记录并定期随访；术后2周避免性生活；如术中未做精囊灌注，应避孕10次以上，有条件的地方最好以精液检查结果来决定是否可停用避孕方法。迄今，世界上除4个国家禁止自愿绝育术外，均提倡使用此手术。据中国1982年调查结果表明，输精管绝育占总节育方法的7.2%。节育失败率经8省6万多例调查为1.62%。国外报道失败率为0%-2.2%。考虑到妻子的生育能力变化，对输精管绝育手术的评价应以术后精子消失率为标准。

药物粘堵法 是将粘堵剂(化学纯石炭酸加α-氰基丙烯酸正丁酯)注入输精管内而致粘膜纤维化造成阻塞的方法，是一种非手术绝育方法，自1972年起采用。

可逆性绝育装置 是在输精管腔内放置硅胶管或腔外用银夹夹闭管腔。

适应证和禁忌证 各种绝育方法的适应证为：已婚男性，经夫妇双方同意，要求作绝育手术实行计划生育者，均可施行。但必须了解有无下列禁忌证：生殖泌尿系统炎症、淋巴水肿，重度精索静脉曲张，较大的疝和鞘膜积液；出血性疾病，严重的神经官能症，精神病，急性或严重的全身性疾病。

失败的原因 主要有：①术中未用杀精剂灌注精囊。②术后未用其他避孕方法使精子完全消失，致术后有残留精子而受孕。③输精管自然再通术。④由于技术原因误将其他组织当作输精管，导致手术失败。

并发症 早期并发症有出血、感染；远期并发症有痛性结节、附睾郁积、性功能障碍。以感染和性功能障碍发生率较高。

输精管绝育是可靠的避孕方法，只要加强责任心，严格掌握操作规程，完全可以避免并发症。并发症的发生可

能与适应证掌握不严、术前没有做好计划生育宣传有关；同时，由于受术者缺乏医学知识，不能把并发症与正常生理情况加以区别，或将其他疾病误认为由于节育手术所引起。故对受术者的主诉要耐心听取，认真分析，不要轻易下结论；要分析其症状和本次手术的关系，分析其精神状态、社会因素、周围环境及术前术后健康状况，以区分并发症与其他疾病。世界各国对输精管绝育的安全性研究结果表明，此方法不影响受术者的身心健康。精液生化检查（对精浆中果糖、酸性磷酸酶、镁、柠檬酸、总蛋白等检查）也表明，绝育术后附性腺的功能不受影响，也间接反映睾丸间质细胞分泌睾酮不受影响，因此不会因内分泌因素而影响性功能。

节育手术并发症管理

节育手术并发症管理（administration of the complication in birth control surgery）是一项政策性、技术性比较强的工作，要严格掌握原则和建立统一的管理制度。

节育手术并发症 是指由于节育手术直接引起的病症，而不是节育者原有的或者节育后发生的与节育无关的疾病。目前采用的各种节育手术，基本上是符合安全要求的，但由于种种原因，任何一种手术都可能引起并发症。虽然发生率不高，但由于总的节育数量较大，故绝对数还是不少。对已发生的要积极治疗，以免遗留成远期并发症。在处理过程中应持严肃、认真、实事求是、对受术者负责到底的态度。

并发症的管理 有以下几方面。

主管单位 计划生育委员会和卫生局（或同级的计划生育技术指导所、妇幼保健所），应有专人负责处理本地区节育手术并发症患者的会诊、转诊、鉴定、落实治疗和有关工作、生活上困难的安排工作。

鉴定组织 节育手术并发症的鉴定意见，需由技术指导组集体讨论后决定，任何医院任何医生个人所作出的结论，不能立案。若本级组织不能确定时，可转上一级技术指导组鉴定。转诊单位预先写好病史，并有人陪同前往。

诊断意见 由有关单位保管，一般对本人只作口头答覆而不出具书面证明。

就诊单位 节育手术并发症患者，应在指定的医疗单位就诊。凡自由就诊者，其诊断结论和所出的各种证明，均一律无效，只作参考，医药费自理。

医疗费用 凡已明确诊断为并发症的患者，如属公费、劳保病人，其医疗费用应在公费、劳保经费中报销；如属自费病人，其医疗费用可在计划生育经费中报销。只能报销与节育手术有关并发症的医药费，其他疾病的医药费不得在此报销。报销范围可参照公费、劳保医疗规定办理。

医疗假期 并发症病人的假期，各地掌握不一致，有按病假处理，有按公假处理的。按病假处理的患者，如因长期病休而影响生活的，由所在单位或民政部门用补助办法解决；若按公假处理则不管劳动与否，工资必然都照给。但如此容易产生一经确诊后终身享受公费的弊端。

鉴定制度 建立经常性的会诊鉴定制度。各地的做法不统一，有的建立定期鉴定、定时复查、定点治疗和分级管理办法；有的定期开设并发症门诊，对早期发现的症状，早治疗早处理，及时解决不"戴帽"，避免成为远期并发症。

专册登记 为系统掌握并发症患者情况，各主管部门要建立专册登记，对经过鉴定会诊的病史记录、诊断结论，须妥善保管、建档备查。

清理上报 主管部门应每年清理一次，将新、老患者的发病数、治疗情况等报上级主管部门。

医务人员 在鉴定治疗中，要求医务人员端正思想、坚持原则，不徇私情。发现弄虚作假，乱开口子的，应给予严肃批评教育，严重的要处理。

节育手术并发症诊断

节育手术并发症诊断（diagnosis of the complication in birth control surgery）应由计划生育技术鉴定组织根据统一标准作出。中国卫生部于 1983 年 12 月制定了《男、女性节育手术并发症诊断标准（试行）》，是中国诊断节育手术并发症的统一标准。

女性节育手术并发症 诊断标准（试行）有以下几方面规定。

术前及近期并发症 是指：①脏器损伤：因节育手术造成子宫穿孔或破裂，宫颈穹窿部裂伤，附件、膀胱、肠管以及肠系膜损伤，造成出血或部分切除者。②出血与血肿：原无出血倾向性疾病，因节育手术而引起外出血（放、取宫内节育器时）>100 ml；人工流产吸引术时>200 ml；人工流产钳刮术、引产过程中或引产后 24 h内出血量>400 ml，或内出血、腹壁血肿、阔韧带血肿及腹膜后血肿、失血性休克等。③感染：节育手术后两周内出现与节育手术有关的子宫内膜、附件、腹壁切口、腹膜、盆腔炎症或局部脓肿及全身感染、中毒性休克等。④人工流产不全、胎盘残留：吸刮、钳刮及引产术后阴道流血不止，排出物或清宫刮出物为胚胎、绒毛或胎盘组织者（不包括蜕膜残留），必要时经病理检查证实者。⑤羊水栓塞：在人工流产、引产、剖宫取胎术过程中，由于羊水进入血循环而引起肺栓塞、休克、凝血机制障碍、急性心肾功能衰竭等一系列症状及体征者。⑥漏吸、漏刮：指人工流产时未吸着或钳着胚胎，而继续妊娠者。⑦宫颈及宫腔粘连：人工流产或人工流产不全、引产残留、刮宫后出现周期性下腹痛或子宫增大、积血或经量显著减少、停经、闭经，经宫颈、宫腔探查或X线造影摄片、宫腔镜检查证实者。⑧气

体栓塞;人工流产吸引时负压变成正压吹气,或腹腔镜绝育时气体误入血管而造成的气体栓塞。⑨烧灼伤:腹腔镜电凝绝育,电凝止血时误灼伤其他组织而出现症状、体征者,如烧灼损伤肠管,造成肠管坏死穿孔,出现腹膜炎症状、体征者。⑩药物腐蚀伤:药物粘堵绝育时,药物腐蚀伤及其他组织而出现症状、体征者。⑪误用药物:节育手术过程中误用药物所造成的并发症。⑫异物遗留:异物遗留腹腔而造成感染、肠梗阻等,或纱布填塞阴道未及时取出造成严重感染者。

远期并发症　是指:①节育器异位:宫内节育器部分或完全嵌入子宫肌层或异位于腹腔、阔韧带内。②节育器断裂:因节育器断裂、接头处脱开而产生临床症状者。③肠粘连:绝育术前、后无腹部手术史,亦无腹膜、腹腔内脏器炎症史,绝育手术时亦未见腹腔内有炎症粘连,而于手术后出现典型的不完全性或完全性肠梗阻症状,经X线检查证实,或经腹腔镜检查、剖腹探查见有肠粘连者。④大网膜综合征:绝育术时未见腹腔内有炎性粘连,术后出现恶心、呕吐、剑突下不适、躯干不能伸直、站立时有定点牵引痛感,经腹腔镜检查或手术证实大网膜与腹壁切口或盆腔有粘连者。⑤盆腔郁血症:输卵管结扎时累及系膜血管或节育手术后盆腔感染、粘连,而造成血液回流障碍、盆腔静脉曲张,术后出现下腹部疼痛、久立或性生活时症状加重,经腹腔镜检查、盆腔静脉造影或手术证实者(应排除盆腔炎症及子宫肌瘤等)。⑥慢性盆腔炎:术前无生殖器炎症,术后短期内(1个月内)曾出现过急性炎症,因治疗不彻底使症状、体征持续存在或病情反覆发作,妇科检查存在阳性体征者。⑦闭经:因刮宫过度造成子宫内膜再生障碍而致的闭经。⑧切口疝、慢性包块或腹壁瘘管、子宫内膜异位症及术后宫外孕。节育术后腹部发生切口疝、慢性炎性包块或腹壁瘘管;剖宫取胎术后引起子宫内膜异位症;人工流产加绝育术后引起的以输卵管残端为中心的盆腔子宫内膜异位症;输卵管结扎术后发生宫外孕。放置宫内节育器引起宫外孕,因机制不清,暂不做统一规定,各省、自治区、直辖市可按本地区原规定办法执行。⑨因治疗节育手术并发症所引起的并发症。⑩神经官能症:绝育术后神经官能症与手术无直接关系。术前受术者神经精神系统正常,确因节育手术引起思想疑虑、恐惧等精神因素诱发,经妇产科、精神病科等会诊,确认为神经官能症者,可参照节育手术并发症处理。应说明的是,此诊断只限于与女性节育手术是否有关的诊断,并非医学上的疾病定义或诊断;节育手术后出现月经紊乱,腹腔镜绝育术时因二氧化碳气腹、器械刺激或人工流产手术引起的综合反应等均列为副作用,不作并发症论;凡并发症治疗后半年不复发为治愈。

男性节育手术并发症　诊断标准(试行)有以下几方面规定。

出血和血肿　由于手术中止血不妥或适应和掌握不当,在手术后出现的阴囊切口渗血、精索血肿及阴囊血肿者。

感染　术后2周内发生的切口感染、结扎断端感染,及由此继发的急性精索炎、附睾炎、精囊炎或前列腺炎,或由此引起的慢性感染者(术后无急性感染病史的慢性前列腺炎,不作并发症论)。

痛性结节　术后3个月以上,主诉结扎处疼痛,经检查有明显压痛之结节者。

附睾郁积症　术后6个月以上,主诉局部坠胀不适,常在房事或疲劳后局部感觉加重。检查发现附睾特别是附睾尾部肿胀,表面光滑,触之有压痛,输精管近睾丸端增粗。

神经官能症　参照女性神经官能症诊断标准执行。

并发症的技术鉴定组织　计划生育技术指导组的成员应是计划生育的技术骨干,有丰富的临床经验,了解政策和标准,熟悉并发症病人的思想情绪。由于并发症的情况复杂,除妇产科或泌尿科的医生外,有时还需有其他科如内科、外科、精神科等的医生参加。技术指导组的主要责任是做好并发症的技术鉴定,作出正确诊断,确定治疗方案,按病情提出合理建议。

鉴别诊断　主要是防止漏诊误诊。由于受术者来自各地,手术情况不详,文化水平、思想状况也各不同,所述症状也不一定可靠,因此在会诊鉴定时,要调查实际情况。为避免误诊和漏诊,上海市计划生育技术指导组总结以往的经验,提出了应注意的五个分析和五个区别。五个分析是指:①分析疾病与计划生育手术的关系(包括术前思想工作、手术质量和术后护理)。②分析病人的精神状态、周围环境和社会因素的影响。③分析病人的经济、生活情况和长期并发症的原因。④分析发病日期和诱因。⑤分析手术前后的健康情况。五个区别是指:①并发症与非并发症的其他疾病的区别。②并发症与同时伴发其他疾病的区别。③并发症与医疗事故的区别。④并发症与思想问题的区别。⑤缺乏阳性体征的功能性疾病与器质性疾病的区别。

节育手术并发症预防

节育手术并发症预防(prevention of the complication in birth control surgery)应全面考虑,从提高医疗质量着手。

加强避孕指导和术前宣教　要因人制宜推广综合节育措施。做好术前宣教,以消除受术者对手术的顾虑,并坚持自愿原则,以减少因认识不足或缺乏对手术的科学知识所致的“并发症”。

技术队伍要培训考核　凡从事计划生育技术的医务人员,必须经过本专业的培训和考核,合格者方可开展工作。考核内容应包括理论和技术两方面。理论考试范围包括男女生殖系统的解剖生理,各种节育手术的原理、作用、适应证、禁忌证和注意事项,节育手术操作常规、节育

手术术中并发症的诊断和预防等;技术考核应包括病历书写、术前体检(包括生殖器官检查)、无菌观念、手术操作、术后处理及宣教等。对成绩差、操作不合格者应重新补课、补考或调离工作岗位。经过考核合格的人员要固定,特别是放、取宫内节育器和做人工流产手术的人员力求稳定,以保证技术队伍向专业化方向发展,进修人员要由业务熟练的医务人员带教及把关。

严格执行《节育手术常规》 该常规由国家颁布,是手术操作的准则,手术质量的保证,也是手术者在施行手术中必须遵循的纪律。并发症的发生常与手术者不认真执行该常规有关。在贯彻执行该常规中,要强调坚持术前体格检查,坚持严格消毒和无菌操作,坚持稳、准、轻、巧的手术操作,坚持术后观察和随访。

重视高危节育手术 高危节育手术是指遇有:①近3个月内有人工流产史者。②1年内有2次人工流产史者。③阴道分娩3个月内、剖宫产后半年内或哺乳期内进行人工流产或放置宫内节育器者。④第一胎人工流产者。⑤长期服用避孕药者。⑥一年内有子宫穿孔史或阴道穹窿、宫颈管穿破史者。⑦妊娠合并子宫肌瘤。⑧子宫畸形者。⑨子宫肌瘤挖出术1年内人工流产者。⑩有人工流产综合征病史。⑪妊娠10—14周以内,以及其他方法引产失败要进行钳刮术终止妊娠者。⑫骨盆或脊柱、肢体畸形以致不能采用正常截石位者。⑬绝经后2年以上取环者。⑭节育环嵌顿、断裂等造成取环困难者。⑮患有主要脏器疾病者,如心脏代偿功能不全、肝炎、肾炎急性期、凝血机制障碍等。⑯精神病患者等。以上手术难度大,应予高度重视,为预防手术并发症的重点。

建立各项规章制度 各级医疗单位应按各自的实际情况,建立、健全有利于提高技术质量的各项规章制度。如开展节育知识宣教制度;对环境、敷料、药品、器械、手术者、受术者的消毒灭菌制度;病史质量检查和讨论制度;危重病人的转诊;会诊、抢救制度;差错事故的登记、报告、检查讨论制度;药品查对保管制度;门诊登记、手术记录和病历管理制度;防止给受术者不良刺激的保护性医疗制度;术后观察和随访制度;岗位责任制和交接班制度;考核奖励和业务学习制度等。

新项目和新药的管理 严禁将未经动物试验或专家审定的研究项目,直接用于人体试验。新药要经过鉴定,经过有关部门批准方可使用,未经批准,禁止用于人体。

节育新药具的科学研究

计划生育药具的使用和接受对象是成千上万特征各异的健康青壮年育龄男女,使用又往往是长期的,没有或很少是在医疗监督下进行的。因此,人们要求有一种安全、高效、简便、经济、可逆的节育方法,尤其要求副作用小、长期使用安全。为此在研究、选择和推广一种节育新方法时,应十分慎重。

节育新方法的选择要经过系统的科学研究,通常包括节育的基础理论、药具的研制和推广应用等内容。为此,在确立有根据的课题后,需要先在适宜的动物模型中进行一系列的毒理试验(包括特殊毒理试验),预测对人体试验时的安全性;然后经过医德审查;进一步在严格控制和严密观察下,逐步开展临床药理和临床试验;待新药具通过鉴定和试产后,还需通过正规的流行病学调查研究等方法;当新药投放市场后还要继续监督,以期得到全面、可靠的评价。节育新方法的选择研究要求高、时间长、难度大、涉及的学科领域广,所以研究过程需要专业配套、各方协作、相互协调。

节育新药具的动物试验

节育新药具的选择和研究首先需经动物试验。

首选的动物种类 不同的研究目的或项目,所选择的实验动物模型也不同。在筛选抗生育作用的药物时,常选用啮齿类动物,如兔、大鼠、小鼠、仓鼠等。因为啮齿类动物的来源丰富,饲养方便,生育周期短,能自发排卵。目前广泛使用的长效、短效的各种雌、孕激素配伍的复合型避孕药,低剂量孕激素型避孕药等都用啮齿类动物作为初筛模型。体外杀精试验也可用啮齿类动物进行。若要观察药物对宫颈粘液及精子穿过宫颈的影响时,可用牛或猴,尤其是猴的宫颈及其粘液的生理、生化特征与人很相近。在进行抗生育药物的药代动力学研究时,宜选用猴或猩猩等灵长类动物,因为灵长类动物对药物的吸收、分布、代谢和排泄等各方面与人体相近。家兔对甾体激素的药代动力学较接近于人,也可供药代动力学研究之用。对于节育工具,如宫内节育器、阴道环、阴道隔膜、避孕套等,虽然主要经临床人体试验作出评价,但为了了解所选用材料和所含药物的一般毒性和药理作用,也要进行动物试验。

不论那种研究项目,对动物实验都应考虑要挑选适宜的动物品种,以减少遗传因素的影响;实验过程中应尽量控制声、光、温、湿等环境因素和饲养条件的干扰;慎重选择接近于人体生理、生化状态的健康动物作为模型,以缩小生物学因素的影响;此外,也要考虑动物来源和经济条件的许可。

动物试验目的 对新药具进行动物试验的主要目的是了解该药具的安全性和有效性。为提高人体试验的安全性,保护人类健康,在临床试验前的毒理研究,要求包括一般毒理试验和特殊毒性试验两类。

一般毒性试验 包括全身性用药的毒性试验和局部用药的毒性试验(如皮肤、阴道等作用部位的刺激和局部毒性试验)。一般毒性试验目的是了解药物对各系统的生理、生化功能的影响,查明短期或长期用药可能产生的毒性作用,以及毒性反应的剂量、安全范围,是否可逆、能否找出解救或防治的药物或方法等。

(1) 全身性用药的毒性试验：又包括急性毒性试验和长期(亚急性和慢性)毒性试验两种。急性毒性试验的目的是观察一次给药动物所产生的毒性反应，并测定其半数致死量(LD_{50})。当药物对动物产生毒性作用的剂量很大，而对动物产生抗生育的有效作用所需剂量很小时，即当治疗指数(为$\frac{LD_{50}}{ED_{50}}$，其中ED_{50}为半数有效量)越大时，药物的安全性可能也越大。此外，还要通过急性毒性试验发现所研究药物除抗生育作用外，对各系统生理、生化功能的影响。如通过心电图、血压、呼吸、肝肾功能、体温、食欲、血液等测试，系统观察其药理作用，预测可能会发生的不良反应。

(2) 长期毒性试验：是通过亚急性毒性试验(给药期3—6个月)和慢性毒性试验(给药期需1年甚至终身)，观察动物连续用药而产生的毒性反应，中毒时首先出现的症状，停药后器官组织病变及功能损害的发展和恢复情况。试验的动物需有两种以上，包括啮齿类和非啮齿类(如狗、猴等)，常用高、中、低三种剂量，其中低剂量至少为估计临床用量的5倍。模拟临床给药途径，试验周期需为临床的3—4倍。观察指标除一般体征、体重、外观、行为、尿常规、血常规、肝肾功能及重要器官的肉眼观察和病理检查外，必要时需作骨髓检查、血液生化、心电图等，甚至作眼、耳毒性检查，研究对酸碱平衡、水盐代谢的影响。对引起的可逆性功能损害和组织病变的药物，要慎重考虑临床试验问题。对有效但毒性较高、安全范围小的新药，应在找到一种解救方法后，再考虑作临床试验。

特殊毒性试验　主要有三"致"试验，即致畸、致突变、致癌试验，以及致过敏等特殊毒性的研究。

(1) 致畸试验：是生殖毒性试验之一。一般至少应用两种动物，如小鼠、大鼠、兔、猪等，通过用与临床相同途径，以不同剂量，于动物妊娠早期(胚胎器官形成期)给药，对全部动物于妊娠末期剖腹取胎，检查有无死胎、吸收胎及畸胎(骨骼、躯干、内脏、四肢、头颅、生殖器等形态异常)发生，记录畸胎率与死胎率，甚至还要进行组织学和(或)组织化学的详细检查。除致畸试验外，为全面了解新药的生殖毒性，还常在性成熟动物交配前，或雌性动物妊娠后期及整个哺乳期给药，以便观察一般生殖毒性和围生期毒性。

(2) 致突变试验：目的为了解新药作用是否会引起或促使基因突变和染色体异常。这方面必须要做三项试验：①微生物回复突变试验(原核细胞基因突变试验)：如Ames试验，当受试药物的回复突变菌落数的增加与剂量相关并有统计学意义，或至少某一测试点呈现可重复并有统计学意义的阳性反应时记为阳性。②哺乳动物培养细胞染色体畸变试验：观察被测试的新药所诱发的染色体畸变出现率，是否显著较阴性对照组为高，且是否存在剂量和反应的关系；还要了解异常细胞出现的种类和频度。③微核试验和显性致死试验：通过观察中幼红细胞中微核出现的频度、中幼红细胞和晚幼红细胞的比率，以及胚胎着床数、生存胎仔数、死亡胎仔数等来评价新节育药物的致突变作用。

(3) 致癌试验：也应与其他新药研究一样，进行预备试验和致癌试验。如在一种动物中发现有明确的致癌作用，则预示对人可能有致癌作用；如在所有动物中(最好两种以上)都是阴性结果(包括肉眼和病理学检查)，则可划为阴性。

由于节育药物都是用于育龄妇女或孕妇，尤其是需要长期用于完全健康的人群，为提高药物的安全性，一般的和特殊的动物毒性试验不可少。然而动物实验毕竟有其局限性，最终要由人类自身临床试验来确切评价药物的毒性、有效性及其副作用。

节育新药具的临床试验

节育新药具的临床试验是指对节育新药具在进入大规模临床应用前，对其效果、安全性以及适用性进行临床研究。

临床试验前准备　节育新药具在进行临床研究前，必须具备以下若干条件：①有新药临床前药理、毒理研究结论综述，包括其抗生育效果、毒性试验和药代动力学资料等。对临床适用情况、用法、剂量范围、可能出现和应重点观察的不良反应以及万一过量用药首先可能出现的中毒症状等提出建议和说明，并经专家审查证明该药符合安全有效要求。②药厂制备供临床试用的制剂类型、名称，所含药品的化学结构、理化性状、制剂的规格和质量，均经检查合格。③有经上级药政管理部门同意和批准的临床试验计划。④具备试验条件的临床试验单位，包括有经验丰富、认真负责，能及时发现和处理可能发生的不良反应的临床工作人员等。⑤从医学伦理角度出发，事先要让受试者了解临床试验的目的，向受试者说明研究可能带给她(他)的不便、危险和弊端，使其完全出于自愿地参与临床研究，并可与受试者口头或书面形式签订协议书，受试者有权随时退出研究。

临床试验步骤　根据中国卫生部1985年颁发的《新药审批办法》，节育新药具的临床试验分三期进行。由于药物的许多副作用只有当广泛应用后才能发现，1987年世界卫生组织人类生殖研究发展和研究培训特别规划处(HRP)提出了要对经注册投放市场后的甾体类避孕药继续实施监测，即仍需加强第三期临床试验。

第一期临床试验　又称临床药理试验，是药物首次自动物过渡到人，故亦称预试验。主要为研究药具的人体耐受性(全身及局部)，产生节育效果或不良反应的药具材料、形态、大小和剂量，新药的药代动力学特征及代谢，药具对生理功能的影响，合适的给药途径、安全剂量范围及剂量反应关系等。受试者应选择已婚、已生育一胎、年龄在20—39岁的健康志愿者10—30例。由于首次应用

于人，风险大，本着对受试者安全与健康负责，必须严密观察，随时准备处理一切可能发生的意外或不良反应，并给以有效的治疗。

第二期临床试验 是新药临床评价最重要的一期。先在小范围内进行，探索、比较理想的有效剂量和给药方案。然后再扩大试验对象，在有对照条件下详细考察新药具的临床避孕效果，确定合适的剂量范围，评价药具的近期副作用，了解新药具的抗生育作用机制、可能的药物相互作用及多次用药后的药代动力学及其影响因素，从而进一步确定新药具的安全性和有效性。为了能有效地排除病人和医生对新药具的主观偏见，在开始小范围观察时，尽量采用双盲法。第二期临床试验的受试对象应是同居夫妇，愿以本药具作为唯一节育措施，并能按时随访和正确记录研究内容。开始参加者一般为50例左右，观察2—3个月。如结果良好，则扩大时间和范围，一般不应＜300例(对照组另设)，每例观察时间≥12个月经周期。

第三期临床试验 是新药得到卫生部门批准试产后的试验。目的是对该药具进行社会性考察和评价，重点了解长期使用后出现的不良反应以及继续考察新药具的抗生育作用。

HRP认为，在一种新药具投放市场后，大规模现场试验的目的在于证实其可接受性、使用的有效性、续用情况及副作用(包括耐受程度及如何处理副作用)，也应包括与服务有关的专门需要(如医务技术人员的培训，使用者的咨询和药具保管发放等后勤问题)的研究。现场试验可在1—2年内对2 000名受试者进行。在这期试验中主要应注意五个方面的工作，即：①药物副作用的报告。②大规模试验研究。③正规的流行病学研究(包括横断面研究、病例对照或队列研究)。④间接的相关性研究。⑤这些药具所致的常见病的发病调查。通过对投放市场后的流行病学调查，已证实用序贯避孕药的避孕效果并不比复方避孕药好，反而增加了发生宫体癌的危险，所以序贯避孕药已从市场上消声匿迹了。

HRP还指出，除了通过流行病学调查，对药物所致疾患的相对危险性作出评定外，还应查出其绝对危险性，解除使用者的担忧。同时为了及早发现问题，建议有条件的单位在新药投放市场后，应立即开展前瞻性的队列研究，不要等到新药使用5—10年后再开始收集资料，作病例的对照研究。第三期临床试验也应包括停用药具后使用者的生育力恢复情况，失败者生育的子代健康状况等的研究。

总之，节育新药具选择的研究最终以人体为主要使用对象。1964年在芬兰赫尔辛基召开的第十八届世界医学大会上提出赫尔辛基宣言，其原则是：必须在充分掌握实验室研究、动物实验资料及科学文献的基础上，制定周密的科学实施方案；在有丰富临床经验的医务技术人员严密监督和执行下，有自愿者参加试验，经客观正确的测试和评估，才能得出令人信服的结论。

不育症

不育症(infertility)是指男女某方或双方因某些原因不能生育的情况。正常情况下，平均婚后1年内受孕者占80%以上，2年内占90%以上。如生育年龄的夫妇，婚后性生活正常，未避孕而超过2年未孕者，可称患不育症。其发生率约占育龄妇女的8%—17%，平均10%左右。

人类受孕的必备条件：①正常生殖细胞：卵巢能排出正常的卵子，精液中要含有正常精子。正常精液量为2—6 ml，pH为7.5—7.8，室温下置20—30 min可液化，每毫升精液含精子在6 000万以上，活动数＞60%，异常精子＜15%—20%。②精卵结合：带有部分卵泡细胞的卵子从卵泡排出后，被输卵管伞端摄取，并由纤毛推动其前进达输卵管壶腹部，精子在女性生殖道内获能后与卵子相遇而受精。③受精卵着床：受精卵在输卵管内运行的速度受卵巢甾体激素的影响，当受精卵经正常运行进入宫腔，要遇到同步的子宫内膜才能着床。任何干扰上述正常受孕条件的疾病和因素都可成为不育的原因。男性因素的不育症约占40%。

女性不育症

女性不育症(female infertility)是指夫妇婚后同居2年以上，有正常性生活又未采取避孕措施，由于女方原因造成的不能生育。

病因 女性不育症以输卵管及卵巢因素引起占多数。主要有：①下丘脑—垂体—卵巢轴的功能失调：引起激素分泌异常，干扰正常排卵，如多囊卵巢综合征。②卵巢局部因素：如先天性卵巢发育不全、卵巢功能早衰、卵巢肿瘤等影响卵巢排卵。③卵巢子宫内膜异位症破坏了卵巢组织，可造成严重粘连。④性染色体异常：如45XO的Turner综合征患者，卵巢发育不全，无排卵。⑤重度营养不良、过度肥胖、饮食中缺乏维生素E和A等影响卵巢功能。⑥过度吸烟、酗酒，损伤了卵细胞。⑦因甲状腺或肾上腺功能亢进或低下、重症糖尿病，而使排卵障碍。

诊断 根据不同病因采取不同的诊断方法。

检查有无排卵 可通过基础体温测量、宫颈粘液检查、阴道细胞学检查、激素测定、诊断性刮宫和(或)用B超显象检查。

检查输卵管是否通畅 输卵管炎症引起输卵管堵塞是女性不育的重要原因。可采用输卵管通气术、输卵管通液术、输卵管碘油造影、腹腔镜检查和(或)B超显象检查，以了解是否系输卵管因素造成不育。

检查子宫情况 以了解是否存在子宫发育不良、宫腔粘连、子宫内膜结核、内膜息肉、内膜下肌瘤等。可采用子宫碘油造影、宫腔镜检查；或测量基础体温以示黄体功

能情况;阴道涂片或血孕酮和尿孕二酮测定,以及诊断性刮宫以了解子宫内膜情况。

检查宫颈粘液的量和性质 以了解是否不利于精子进入宫腔。

(1) 宫颈粘液对精子的影响:①排卵前受雌激素的影响,宫颈粘液稀薄、透明,粘液细胞呈纵形排列,有利于精子存活与游走。如雌激素不足时,改变了宫颈粘液的质与量而导致不育。②宫颈炎症时破坏了腺体的正常功能,混有细菌及白细胞的粘液可影响精子活动。③正常宫颈粘液中有溶菌酶和淀粉酶,前者有抗炎作用,后者分解糖原成葡萄糖,是精子活动能量的来源,如缺乏这些酶则不易受孕。④宫颈粘液内有抗精子抗体,可使精子发生凝集,不能向前运动或制动。

(2) 检查内容:包括①检查宫颈口的大小及炎症情况。②检查宫颈粘液质与量:在排卵期,宫颈粘液应多而透亮,可拉成长丝,粘液涂片检查呈羊齿植物结晶。③对免疫性不育检查:包括精子凝集试验、精子制动试验、精子穿透宫颈粘液试验,以及性交后试验(即在预测的排卵期内进行,试验前2 d禁止性生活,性交后2—6 h内检查。先取后穹窿粘液,检查有无活动精子,如精子缺乏活动力,常是炎症或pH改变所致。再取宫颈粘液,如镜下可见每个视野有活动精子20个为正常;如精子不活动或凝集,常提示和免疫有关)。

治疗 针对病因进行治疗。方法有:①因内分泌失调而无排卵者可用药物诱发排卵。②对输卵管炎症进行药物治疗,然后反覆作输卵管通液术治疗。③因子宫因素造成不育者,针对病因进行药物治疗,手术摘除息肉或肌瘤,宫腔粘连者在粘连分解术后在宫腔内置一节育环并口服雌激素治疗。④对黄体功能不全者,当基础体温上升2—3 d后给予黄体酮或人绒毛促性腺激素。⑤慢性宫颈炎可用2.5%碘甘油涂宫颈;宫颈粘液质差可取雌激素栓阴道内局部应用;宫颈粘液内存在抗体,可用避孕套。⑥其他如应用皮质类固醇、子宫内受精、体外受精、配子输卵管内移植和胚胎移植等方法。

男性不育症

男性不育症(male infertility)是指夫妇婚后同居2年以上,有正常性生活又未采取避孕措施,由于男方的原因造成的女方不育。

病因 男性不育症的主要原因有以下几方面。

生殖细胞成熟缺陷 临床上85%的不育男性属于内在性精子生成缺陷。其原因是:①性腺发育异常:由于先天或后天因素引起性腺发育异常,导致曲细精管的生殖细胞先天发育障碍或成熟不全。②睾丸损伤:由于腮腺炎并发睾丸炎导致睾丸损伤;接触放射线(一般睾丸接受200—300 rad放射线可致少精症,长期过量接触可致永久不育)。③接触化学物质:如砷、铅、锌、苯胺等。④应用某些治疗性药物:如呋喃妥因,雌、雄激素,环磷酰胺,中药雷公藤(治疗类风湿性关节炎药物)等均可影响生精功能。⑤某些疾病:如肝硬化、肾功能衰竭、全身发热性疾病、变态反应性疾病也会影响睾丸生精功能。⑥食用粗制棉子油:可妨碍精子的生成。⑦营养障碍:尤其缺乏蛋白质,维生素A、B、C及锌等微量元素也会影响精子生成。⑧酗酒:有报道证明乙醇可直接损害睾丸生精上皮,故酗酒亦可致男性不育。

内分泌功能障碍 原因有:①甲状腺功能减退:常可致不育。②肾上腺皮质功能亢进:能引起精液量增加,但精子数减少,活动力减弱,异常精子百分比增加,而致不育。③垂体功能障碍:也可阻碍生精细胞成熟。

精索静脉曲张 可致睾丸温度升高0.6—0.8℃,精索静脉压力增加,睾丸局部缺氧,静脉逆流中毒性物质(如儿茶酚胺、5-羟色胺等)增加,抑制睾丸的生精功能,导致精子生成减少,活力下降,不成熟精子增加。

输精管道阻塞 原因有:①某些非特异性或特异性感染如淋病、生殖道结核能引起双侧附睾尾部或输精管瘢痕形成。②一些阴囊手术后遗症或输精管损伤后均可致完全性阻塞。③慢性前列腺炎、附睾炎、输精管周围炎等可致部分性输精管阻塞。

先天性疾病 主要有遗传和环境因素。遗传因素通过受精卵基因影响个体发育,而环境因素则通过影响遗传因素起作用。如母亲孕期接触有害化学物质可使胎儿致畸;孕期服用性激素类药物可致胎儿两性畸形;孕早期患某些感染性疾病可致胎儿畸形,这方面异常包括先天性内分泌器官发育异常、性腺发育异常(包括克氏综合征、先天性无睾症、两性畸形)、输精管道发育异常(包括先天性输精管缺如、尿道下裂、尿道上裂)、外生殖器先天异常(包括阴茎缺如、小阴茎、包茎等)以及前列腺异常。

免疫因素 主要是精子抗体致不育。精子抗体有男性自身免疫、女性循环抗体、女性组织抗体等。目前认为损伤、过冷过热、输精管道阻塞、炎症、药物等都可能是男性免疫不育的原因。

性功能障碍 绝大多数为心因性的,是一临床症候群。病因及发病机制较复杂,可受精神、宗教、文化及全身性疾患的影响,主要表现有性欲改变(性厌恶、性抑制等)、阳萎、早泄、不射精、逆行射精等。

其他 原因有:①工作过度劳累、吸烟、酗酒可致精子发生暂时抑制。②过分肥胖、糖尿病可影响精子成熟。③干扰阴囊内温度调节(如长期穿紧身裤)可致精子发生减少。④缺乏性生活知识、某些应激反应也可影响精子发生。⑤近年来由于性传播疾病逐年增加,可能也是近年不育的发病率提高的主要原因之一。⑥随着工业的日益发展,环境污染程度增加也是该病增加的原因。

诊断 男性不育的诊断主要依靠病史询问、体检、实验室检查三方面。

病史询问 应询问患者家族史,个人的生长发育史,

有无先天性疾病史，感染性疾病史，有无影响生育功能的创伤性疾病和手术史，内分泌疾病史，个人生活习惯（如烟酒嗜好），工业毒物接触史，服药史，放射线接触史，个人或地方的特殊习俗，同时应询问婚姻史及性生活史。

体检　包括全身检查及生殖器检查。注意第二性征的发育，有无生殖器畸形，注意阴茎发育，睾丸的位置、坚度、大小，附睾、输精管有无结节，阴囊内有无静脉曲张，有无鞘膜积液，同时应检查前列腺。

实验室检查　男子生育力的估计主要靠精液检查分析、性功能测定、各种内分泌测定、免疫学测定（如酶联免疫测抗精子抗体）、染色体检查、输精管造影等方法以了解不育原因，再综合作出正确诊断。近年来诊断技术还发展了多普勒超声听诊器（测定动脉血流）、阴囊温度测量仪、CT、核磁共振（可用于检测微细结构）、核素（测定睾丸血流量）、间质细胞功能实验、支持细胞曲细精管功能测定、精子卵子试验、精液微生物检查等。

治疗　针对不同原因可有药物治疗、手术治疗和其他治疗方法。对于生精功能障碍主要予以性激素类药物，可改善精子质量，增加一定的妊娠率，包括作用于睾丸前水平的药物（如促性腺激素、促性腺激素释放激素、芳香化抑制剂等，刺激性激素释放或增强促性腺激素活性而促进生精作用）和作用于睾丸后水平的药物（如小剂量雄激素、皮质激素），中药亦有一定疗效。手术治疗主要是矫治、输通、移植等。其他方法可采用阴道放置溶解剂（如α-淀粉酶）或精子活性剂（如苯甲酸钠咖啡因）。

预防　男性不育的一部分致病因素是可以预防的，如接触有害物质，服药不慎，母亲孕期接触有毒物质、滥用药物等所致其子先天性或后天性睾丸生精功能异常。应注意以下方面：①加强孕期保健：孕期尤其孕早期应避免接触有害物质；孕期需要服药指导，尤为激素类药物；注意孕期营养。②加强青少年的心理生理教育，包括青春期性教育。③加强婚前保健：做好婚前检查，指导必要的性知识；进行各方面咨询（包括遗传、优生方面）。④加强工厂有毒有害物质的防护措施。⑤改变不良习惯：劝阻吸烟、酗酒；避免长期穿紧身衣裤；注意饮食中各种营养物质的摄取；不食粗制棉子油。

计划生育技术评价

避孕效果和避孕效率

避孕效果（effectiveness of contraceptive）的含义有广义的和狭义的之分。广义的避孕效果是指某一人群中应用避孕方法后所取得的计划生育成效，指标有避免出生数（见“避免出生数”条）、夫妻保护年（见“夫妻保护年”条）、生育过程分析（见“生育过程分析”条）等。狭义的避孕效果是指避孕效率（efficacy of contraceptive），即应用避孕方法后保护妇女不受孕的百分率，指标有帕尔（Pearl）指数（见“帕尔指数”条）、累计续用率、平均应用时间等。

避孕效率有四种：

（1）生理学避孕效率：是在严格控制的实验室条件下，不存在误用和漏用情况的避孕效率。这种避孕效率除宫内节育器（IUD）外很难测定，不具有实用价值，所以也叫理论避孕效率。

（2）临床避孕效率：是在符合严格的科学研究设计的临床观察下所测得的避孕效率。临床观察不如实验室条件那样可以严格控制，但随访和医生指导十分规律，记录完整。使用者因误用漏用而产生的失败应记入临床避孕效率。分析临床避孕效率时，临床实验设计的条件，需与一般人群的条件相同。

（3）人口学避孕效率：是在真实生活条件下的避孕效率。观察人群避孕效率时不对避孕人群给予特殊控制和干扰，此时因避孕者原因所致的误用和漏用机会可能较多。

（4）扩展避孕效率：是人口学避孕效率的扩展。即将前一次避孕方法停用后下一次避孕方法应用前的受孕，扩展为前一次避孕失败，这样所计算得的避孕效率为扩展避孕效率。它更具实际意义。

人口学避孕效率和扩展避孕效率应用较为广泛。

无论哪一种避孕效率的测定，均应把同一地区相同特征的人群中使用避孕方法者和未用避孕方法者的怀孕率进行比较。避孕失败率（P_f）通常用怀孕率表示。避孕效率（P_e）为1减去失败率，即$P_e=1-P_f$。在有生育能力的夫妇中，应用避孕方法后所降低的怀孕率为避孕归因效率（P_a）。避孕归因效率除以未避孕时的怀孕率（P_o）为标

准避孕效率(e),即:

$$e=\frac{P_a}{P_o}=\frac{P_o-P_t}{P_o}=1-\frac{P_t}{P_o}$$

帕尔指数

帕尔指数(Pearl index)是指意外妊娠数占总妇女避孕人月(一个妇女避孕一个月称一妇女避孕人月)的比例,是评价避孕效率的指标之一,于1932年由帕尔提出。其单位是妊娠数/100避孕妇女人年。帕尔指数可用下式表示:

$$P=\frac{\text{意外妊娠数}}{\text{总妇女避孕人月}}\times 1\,200$$

此指数假设妇女的妊娠数与其应用避孕方法的时间长短呈正比。但实际上避孕失败的机会随着应用避孕方法时间的延长而减少,因为:①避孕方法本身的早期失败率较高,如宫内节育器在应用早期易于脱落,以后脱落率就较低。②避孕夫妇对方法的掌握随时间增长而趋于熟练。③随着避孕应用时间增长,避孕者年龄变老,性功能逐渐衰退,性生活频度减少,受孕机率下降。因此,若两组妇女应用同一避孕方法所得帕尔指数相同,而实际效果可以相差很大。鉴于以上情况,1968年Henry改进了帕尔指数,即将观察时间固定为一年,所有妇女除怀孕和停用避孕措施者外都观察12个月:

$$\text{改进的帕尔指数}=\frac{\text{意外妊娠数}}{\text{暴露于怀孕危险的妇女人月}}\times 1\,200$$

但仍有妇女在12个月内改用其他避孕方法、或因其他原因中止避孕等,以致不能全部掌握妇女采取措施的时间长短,从而影响帕尔指数的高低。

标准夫妻保护年

标准夫妻保护年(standard couple years of protection, SCYP)是一种避孕效果的测量方法。以保护具有一个标准生育率(400‰)的妇女一年不受孕作为一个标准夫妻保护年。

Wishik曾将长期避孕方法新用率和短期避孕方法现用率结合起来考虑,于1968年提出"夫妻保护年"指标。但"夫妻保护年"没有考虑不同年龄妇女生理状况、不同地区生育水平和不同避孕方法的效率等不同的情况。将上述情况校正后,获得"标准夫妻保护年",可以用于不同地区和年度比较。

粗夫妻保护年(CCYP) 是某避孕方法的保护系数乘以该避孕方法的发放数。通常以年或月为单位。保护系数为某避孕方法使一对夫妻不受孕的平均时间长度,不同地区和年度的保护系数不尽相同,应根据实际资料计算。CCYP可体现为当年的和以后年份的避孕保护作用。主要用于评价计划生育工作效果,如一个夫妻保护年的费用需多少,并可以此预测将来的经费负担。

资料来源 CCYP的资料来自计划生育的日常统计。对于消耗型节育方法,如避孕套、外用药、油膏泡沫剂、口服药和针剂等,其消耗量可从计划生育部门和药房中获得,但可因废用、库存和其他原因使发放数和应用数略有误差。对中长期节育方法,如宫内节育器、宫颈帽和绝育手术的应用数,临床上均有记录。无论哪一类计划生育项目,一般都必须收集节育者的社会学、人口学特征和各种节育方法的应用时间等资料。

保护系数的计算 应根据最近的资料计算,最好每年或2年计算一次。在资料困难的情况下,可借用其他地区和年份的资料。各种节育方法的保护系数计算方法如下。

(1) 避孕套、外用泡沫剂、胶状药物和药膏:这里先假设:①避孕夫妇只在一个地点领取避孕药具,并予以记录。②前一次领取的避孕药具在下一次领取前已用完。③只领取一次避孕药具者作为"未使用"。则其保护系数计算为:

$$f=\frac{\sum M_i}{\sum C_i}$$

其中f为保护系数(以月为单位);M_i为某个妇女(i)第一次和最后一次领取避孕工具间的时间长度(月份数)。只领取一次者,$M_i=0$;C_i为该妇女(i)的避孕工具的领取量,最后一次领取量和只领取一次者记为0。领取量单位如避孕套应注明是只、打或包(100只),如外用药膏应明确一支多少克。

(2) 口服避孕药:避孕药的应用一般以月经周期(28 d)为一个计算单位。如果每一月经周期的药片均未浪费,则保护系数为12/13=0.92,但实际上尚有相当数量浪费,因为新领用的避孕药常没有服用或还没有服完;没有继续领用者最后一次所领用的口服药应作为"浪费"。由于新领用者中有高比例的浪费,因而通常建议对第一次领用者只发一个周期。其保护系数(以月为单位)为:

$$f=\frac{12}{13}\left(1-\frac{W}{C}\right)$$

其中C为样本中个体领用的口服药总周期;W为浪费的周期,即不再领用者最后一次所领用周期量;W/C为浪费的比例。

(3) 针剂避孕药:不论应用者的性交频数如何,针剂避孕药均具有稳定的保护时期,故保护系数为一明确的时间长度。但不同类型的针剂避孕药其保护系数不同,有3个月的,有6个月的。

(4) 阴道隔膜:一只阴道隔膜可反覆应用多次,甚至一直用到材料损坏为止。故可抽取一个随机样本,每月随访一次,随访一年;或只在满一年时随访一次,询问使用的月数,计算得中位应用月数为其保护系数。

(5) 宫内节育器:宫内节育器的保护系数就是平均滞留时间,取决于它的滞留率(见"宫内节育器避孕效率

评价"条)。

(6) 女性绝育术：一般是一种不可逆的措施，故保护系数比其他各节育方法大得多，其保护系数大小与死亡率有密切关系。女性绝育术的避孕保护时间从手术开始一直到绝经为止。这里先假设：①绝育者夫妻死亡率与一般人口相同。②夫妻双方从绝育术后到无生育力之间的死亡发生是均匀的。③绝经年龄为45岁。④妻子年龄小于丈夫5岁。则其保护系数：

$$f(年)=\frac{1}{2}(45-\bar{x})(1+p'p'')$$

$$f(月)=6(45-\bar{x})(1+p'p'')$$

其中x为女性施绝育术时平均年龄；p′为女性从绝育年龄到45岁时的存活概率，即$L_{45}/L_{\bar{x}}$(L_{45}和$L_{\bar{x}}$为女性寿命表中45岁和$\bar{x}$岁时生存人数)；p″为从妻子手术后到绝经时的男性存活概率，即$L_{50}/L_{\bar{x}+5}$(L_{50}和$L_{\bar{x}+5}$为男性寿命表上50岁和$\bar{x}$+5岁时的生存人数)；p′p″为从妻子绝育年龄到绝经年龄间的夫妻联合存活概率，取决于人群死亡概率和施绝育术的平均年龄，若妇女绝育后离婚和分居率较高时，应考虑适当校正。

(7) 男性绝育术：假设与女性绝育术相同，即避孕保护时间从绝育术开始到其妻子绝经止。男性绝育后2个月内可能仍有生育可能，因而需扣除掉1/6年。其保护系数为：

$$f(年)=\frac{1}{2}(45-\bar{x}-\frac{1}{6})(1+p'p'')$$

$$f(月)=6(45-\bar{x}-\frac{1}{6})(1+p'p'')$$

其中$\bar{x}$为男子施绝育术时妻子平均年龄；p′为妻子从$\bar{x}$到绝经时的存活概率($L_{45}/L_{\bar{x}}$)；p″为丈夫绝育年龄($\bar{y}=\bar{x}+5$)到妻子绝经年龄间丈夫的存活概率($L_{50}/L_{\bar{x}+5}$)；p′p″为从丈夫施绝育术时到妻子绝经时的夫妻联合生存概率，与女性绝育术相同。

(8) 人工流产：人工流产虽不属于避孕措施，但是计划生育的一个部分，其作用可转化为夫妻保护年，因为人工流产的妊娠也有排卵、怀孕和人流后的不孕期。若无实际资料，一般可认为人流的受孕期(V)为5个月，平均怀孕期(P)为3个月，人流后的不孕期(A)为1个月，则其保护系数为：

$$f=V+P+A=5+3+1=9(月)$$

(9) 自然避孕法和体外排精避孕法：由于这两种方法一般不强调，因此其夫妻保护年一般也不归于计划生育工作成效。但在某些项目中，这两种避孕方法因简单省钱，常予以强调和推广，故需评价其效果。一般要求提供计算保护系数的资料来源为：①自然避孕法：经登记接受咨询并有完整记录者为自然避孕法者；在月经周期内完全按照计划生育指导员建议的时间段进行性生活；最初的3个月内需每月与计划生育指导员碰面一次，以后每3个月一次，一年后每半年接触一次。②体外排精避孕法：应根据接受计划生育指导部门有关性生活的技术指导的记录统计人数；头3个月每月随访一次，以后半年一次，分别询问上述对象继续使用或曾使用的月数，计算中位应用期作为其保护系数(f)。

某地某年计划生育成功的CCYP举例如下表。

某地某年计划生育成功的CCYP

避孕方法	采用数	保护系数	CCYP	百分数
避孕套	95 000只	0.008 3	789	2.6
片剂	14 000周期	0.066 7	934	3.0
针剂	1 500针	0.25	375	1.2
宫内节育器	6 500只	2.5	16 250	52.5
绝育术	1 400例	9.0	12 600	40.7
合计			30 948	100.0

CCYP不能用于比较不同年份及地区的避孕效果，因为CCYP：①对不同年龄妇女的避孕作用给予相同的权数。②没有考虑妇女的生理状况：如产后不久与产后相当时间后使用避孕方法效率是不同的。③没有考虑不同方法的避孕效率不同：如绝育术的失败率(怀孕率)接近于0；安全期避孕的失败率可达400‰；各年或各地的各种避孕方法应用的比例不同。④各国、各地区以及城乡之间的生育率水平可有很大的不同。

标准夫妻保护年 对CCYP中年龄别生育率、不可能怀孕的时间比重、不育概率和应用避孕时怀孕概率四个方面进行了校正后，即得到SCYP。其含义为对有400‰生育率的妇女实施某种100%有效的避孕方法一年。

由CCYP转换成SCYP的公式(除人流及绝育术外)为：

$$SCYP=\frac{E\left[CCYP(\frac{100-P}{100})-\frac{NA}{12}\right]}{400}$$

上述公式要分别用于每一方法及每一年龄组。其中E是当地预期的生育率水平，因而E/400是当地预期生育率和标准生育率之比(如果实际的生育率为400‰，那么一个CCYP和一个SCYP等价；若实际生育率为200‰，那么CCYP的保护价值仅为SCYP的一半，即2个CCYP等价于一个SCYP)；P是因某一避孕方法年龄别受孕率而扣除的百分比；N为某年份年龄别新接受者数目；A为每一个新避孕者应用避孕与产后闭经期重复的平均时间；NA/12为该年因应用避孕与产后闭经期重复的总时间，应从CCYP中扣除。

SCYP可用于比较不同地区、不同年份计划生育项目成果，是不同避孕方法、不同年龄妇女和不同生育水平的单一测量。如果是短期避孕方法，其效果可体现在当年；长期避孕方法，则效果体现在以后的很多年内；而宫内节育器介于上述两者之间。若计划生育工作比较稳定，

若下年内无特殊变化，则当年取得的SCYP效果体现在当年。

SCYP可以换算成避免活产数，这样可与其他方法计算的避免活产数比较；亦可用于比较不同地区之间的避孕效果。

宫内节育器效率评价

宫内节育器(intrauterine device, IUD)的避孕效率评价可用寿命表法计算确定时间(如6个月或1年)的累计带器率(或累计终止率)和平均带器时间表示。寿命表法有单衰减寿命表法和多衰减寿命表法两种。前者计算粗率，后者计算净率。

资料来源和数据整理 计算前，必须收集下列资料：①IUD使用者开始使用日期，即放入日期。②失败原因(如带器怀孕、脱落和因症取出)和发生日期。③非因症取出原因及日期。④对未停用者，需有最后一次随访观察日期记录。未停用者包括因研究分析而停止随访者(到期者)和各种原因的失访者。因各种疾病死亡者作失访者处理。然后将资料整理成表(见表1)。例：某地IUD效率观察时，其带器月数(x)为IUD最后一次随访日期减去IUD开始使用日期，用实足月数计。带器不满1月为0，满1月不足2月为1，……。带器月数(x)通常从0开始，一般等距分组，也可不等距。失访人数(LFU_x)、到期人数(C_x)、怀孕人数(B_x)、脱落人数(E_x)及因症取出人数(R_x)均来自原始资料，表示在x到x+1月间发生的例数。“未完整观察人数”(w_x)是失访人数(LFU_x)和到期人数(C_x)之和，均观察满x月但未观察满x+1月者，即：$w_x=LFU_x+C_x$。终止人数(T_x)是带器怀孕、脱落和因症取出者，即：$T_x=B_x+R_x+E_x$。中止观察人数(D_x)是w_x和T_x之和。

由x到x+1间终止观察的IUD应用，由0月到x月一直在随访观察。同理，在x月以后终止观察的人数，在x月时也在随访观察，因而确切时间x的观察人数，即期初观察人数(N_x)，为≥x月终止观察人数之和，即：

$$N_x=\sum_{x}^{\infty}T_x$$

具体计算时可由下而上累加，即：

$$N_x=N_{x+1}+T_x$$

q_x为期间终止率，即由x到x+1月的终止概率，即：

$$q_x=T_x/N'_x$$

p_x为期间带器率，即由x到x+1个月的持续应用的概率：

$$p_x=1-q_x$$

$P_{(x+1)}$为累计带器率，即从放置IUD起，一直到x+1月初时仍带器的概率：

$$P_{(x+1)}=p_x\cdot P_{(x)}$$

$Q_{(x+1)}$为累计终止率，即从放置IUD起，一直到x+1月初时的累计终止率：

$$Q_{(x+1)}=1-P_{(x+1)}$$

表1 某地IUD效率观察数据整理

带器月数 x	失访人数 LFU_x	到期人数 C_x	未完整观察人数 w_x	怀孕人数 B_x	脱落人数 E_x	因症取出人数 R_x	终止人数 T_x	中止观察人数 D_x	期初观察人数 N_x
0	2	16	18		15	4	19	37	250
1		13	13		4	1	5	18	213
2		14	14	2	2	1	5	19	195
3	1	13	14	2		1	3	17	176
4		12	12		2	1	3	15	159
5		9	9		1	7	8	17	144
6		15	15	1	3	2	6	21	127
7		8	8		1	1	2	10	106
8		15	15			2	2	17	96
9		12	12	1			1	13	79
10		14	14		1	4	5	19	66
11		13	13			1	1	14	47
12		11	11		1		1	12	33
13		21	21					21	21
合计	3	186	189	6	30	25	61	250	

累计带器率和累计终止率 计算不分终止原因的累计带器率和累计终止率可应用单衰减寿命表法。表2为一实例，其x、N_x、w_x和T_x同前。

校正期初观察人数(N'_x)为期初观察人数(N_x)减去一半未完整观察人数(w_x)。这是假设未完整观察者均在期中中止观察，折算的x到x+1期间完整的观察数为$\frac{1}{2}w_x$。故由x到x+1期间总的完整观察数：

$$N'_x=N_x-\frac{1}{2}w_x$$

其误差为：

$$S_{P(x+1)}=P_{(x+1)}\cdot\sqrt{\sum_{0}^{x}\frac{q_x}{p_x\cdot N'_x}}$$

原因别终止净率 也称原因别竞争性终止率。每一IUD应用者都有可能发生意外怀孕、脱落及因症取出。如发生意外怀孕，就不可能再有IUD脱落或取出，因而这三种终止有“竞争性”意义，三者之和为总终止人数。

表3为某地IUD脱落净率计算实例。其x、E_x、N_x、w_x、N'_x和$P_{(x)}$同前。期间脱落率(q'_{ex})表示由x到x+1期间IUD脱落的概率：

$$q'_{ex}=E_x/N'_x$$

某妇女，从开始带器到x月前因各种原因终止，则由x到x+1期间可能发生的脱落净率为：

$$q''_{ex}=P_x\cdot q'_{ex}$$

q''_{ex}考虑到x=0时带器妇女由x到x+1期间发生

IUD脱落的可能性。

累计脱落净率$Q_{e(x+1)}$表示x=0时带器的妇女一直到x+1月初时累计脱落百分比:

$$Q_{e(x+1)}=\sum_{0}^{x}q''_{ex}=Q_{ex}+q''_{ex}$$

表2 某地IUD累计带器率计算

带器月数 x	期初观察人数 N_x	未完整观察人数 w_x	终止人数 T_x	校正期初观察人数 N'_x	期间终止率 q_x	期间带器率 p_x	累计带器率 $P_{(x+1)}$	累计终止率 $Q_{(x+1)}$	累计带器率标准误 $S_{P(x+1)}$
0	250	18	19	241.0	0.078 84	0.921 16	0.921 16	0.078 84	0.017 36
1	213	13	5	206.5	0.024 21	0.975 79	0.898 86	0.101 14	0.019 60
2	195	14	5	188.0	0.026 60	0.973 40	0.874 95	0.125 05	0.021 80
3	176	14	3	169.0	0.017 75	0.982 25	0.859 42	0.140 58	0.023 18
4	159	12	3	153.0	0.019 61	0.980 39	0.842 57	0.157 43	0.024 68
5	144	9	8	139.5	0.057 35	0.942 65	0.794 25	0.205 75	0.028 58
6	127	15	6	119.5	0.050 21	0.949 79	0.754 34	0.245 66	0.031 44
7	106	8	2	102.0	0.019 61	0.980 39	0.739 58	0.260 12	0.032 52
8	96	15	2	88.5	0.022 60	0.977 40	0.722 87	0.277 13	0.033 86
9	79	12	1	73.0	0.013 70	0.986 30	0.712 97	0.287 03	0.034 84
10	66	14	5	59.0	0.084 75	0.915 25	0.652 55	0.347 45	0.041 03
11	47	13	1	40.5	0.024 59	0.975 31	0.636 44	0.363 54	0.043 05
12	33	11	1	27.5	0.036 36	0.963 64	0.613 30	0.386 70	0.047 30
13	21	21	0	10.5	0	1.000 00	0.613 30	0.386 70	0.047 30

表3 某地IUD脱落净率计算

带器月数 x	期初观察人数 N_x	未完整观察人数 w_x	脱落人数 E_x	校正期初观察人数 N'_x	期间脱落率 q'_{ex}	累计带器率 $P_{(x)}$	期间脱落净率 q''_{ex}	累计脱落净率 $Q_{e(x+1)}$	累计脱落率标准误 $S_{Qe(x+1)}$
0	250	18	15	239.0	0.062 24	1.000 00	0.062 24	0.062 24	0.015 63
1	213	13	4	206.0	0.019 37	0.921 16	0.017 84	0.080 08	0.018 91
2	195	14	2	186.5	0.010 64	0.898 86	0.009 56	0.089 64	0.020 92
3	176	14	0	167.5	0	0.874 95	0	0.089 64	0.022 07
4	159	12	2	152.5	0.013 07	0.859 42	0.011 23	0.100 87	0.024 39
5	144	9	1	136.0	0.007 17	0.842 57	0.006 04	0.106 91	0.026 50
6	127	15	3	118.0	0.025 10	0.794 25	0.019 94	0.126 85	0.030 64
7	106	8	1	101.5	0.009 80	0.754 34	0.007 39	0.134 24	0.033 84
8	96	15	0	87.5	0	0.739 58	0	0.134 24	0.036 44
9	79	12	0	72.5	0	0.722 87	0	0.134 24	0.040 04
10	66	14	1	57.0	0.016 95	0.712 97	0.012 08	0.146 32	0.046 81
11	47	13	0	40.0	0	0.652 55	0	0.146 32	0.055 88
12	33	11	1	27.5	0.036 36	0.636 44	0.023 14	0.169 46	0.071 51
13	21	21	0	10.5	0	0.613 30	0	0.169 46	0.115 78

其标准误为:

$$S_{Qe(x+1)}=\sqrt{\frac{Q_{e(x+1)}[1-Q_{e(x+1)}]}{N'_x}}$$

意外怀孕和取出的净率计算方法相同。三种原因别期间脱落率之和等于表2的期间终止率(q_x),而三种原因别累计净率之和等于表2的累计终止率[$Q_{(x+1)}$]:

$$q'_{bx}+q'_{ex}+q'_{re}=q_x$$

$$Q_{b(x+1)}+Q_{e(x+1)}+Q_{r(x+1)}=Q_{(x+1)}$$

IUD原因别终止净率仅反映终止原因别"竞争性"作用,故只用于某地同时期三种原因对终止的贡献,而不能用于比较两地或两时期同一终止原因作用的大小。

原因别终止粗率 在有多种终止原因时,只把一种原因的终止作为终止处理,其他原因的终止如失访一样作未完整观察处理。因此,用寿命表法计算得该原因的终止率,称为该原因终止粗率。表4是一计算实例。其x、N_x和E_x同前。而未完整观察人数(w_{ex})为:

$$w_{ex}=LFU_x+C_x+B_x+R_x$$

校正期初观察人数(N'_x)由期初观察人数(N_x)减去一半未完整观察人数(w_{ex}),即:

$$N'_x=N_x-\frac{1}{2}w_{ex}$$

其他各栏计算与表2相应各栏同,即:

$$q_{ex}=E_x/N'_x$$

$$p_{ex}=1-q_{ex}$$

$$P_{e(x+1)}=P_{ex}\cdot p_{ex}$$

$$Q_{e(x+1)}=1-P_{e(x+1)}$$

$$S_{P_{e(x+1)}}=P_{e(x+1)}\cdot\sqrt{\sum_{0}^{x}\frac{q_{ex}}{p_{ex}\cdot N'_x}}$$

原因别终止粗率可用于比较不同地区(或不同时期)该原因对IUD终止作用的大小。比较时如涉及抽样,可用log rank检验法(见"log rank检验"条)。

表4 某地IUD脱落概率计算

带器月数 x	期初观察人数 N_x	未完整观察人数 w_{ex}	脱落人数 E_x	校正期初观察人数 N'_x	期间脱落率 q_{ex}	期间带器率 p_{ex}	累计带器率 $P_{e(x+1)}$	累计脱落率 $Q_{e(x+1)}$	累计带器率标准误 $S_{P_{e(x+1)}}$
0	250	22	15	239.0	0.062 76	0.937 24	0.937 24	0.062 76	0.015 69
1	213	14	4	206.0	0.019 42	0.980 58	0.919 04	0.080 96	0.017 83
2	195	17	2	186.5	0.010 72	0.989 28	0.909 19	0.090 81	0.018 95
3	176	17	0	167.5	0	1.000 00	0.909 19	0.090 81	0.018 95
4	159	13	2	152.5	0.013 11	0.986 89	0.897 27	0.102 73	0.020 49
5	144	16	1	136.0	0.007 35	0.992 65	0.896 88	0.109 32	0.021 52
6	127	18	3	118.0	0.025 42	0.974 58	0.868 04	0.131 96	0.024 51
7	106	19	1	101.5	0.009 85	0.990 15	0.859 49	0.140 51	0.025 71
8	96	17	0	87.5	0	1.000 00	0.859 49	0.140 51	0.025 71
9	79	13	0	72.5	0	1.000 00	0.859 49	0.140 51	0.025 71
10	66	18	1	57.0	0.017 54	0.982 46	0.844 41	0.155 59	0.029 35
11	47	14	0	40.0	0	1.000 00	0.844 41	0.155 59	0.029 35
12	33	11	1	27.5	0.036 36	0.963 64	0.813 71	0.186 29	0.041 33
13	21	21	0	10.5	0	1.000 00	0.813 71	0.186 29	0.041 33

生育过程分析法

生育过程(reproductive process),又称凯非兹(Nathan Keyfitz)模型,是将数学、生理学和人口学结合起来分析人的生育过程的方法之一。

人的生育周期 从一个婴儿出生到下一个婴儿出生称为生育周期,也叫生育间隔,可分为三段时间:①哺乳不育期:母乳喂养有抑制排卵作用,称为产后哺乳不育期(S_b)。其长短因哺乳时间和个体而异,平均8个月左右。②受精期:停止哺乳后,卵巢恢复排卵功能,又可能受精。由于性交的频率和体质不同,受精期的长短也不一。若以P表示月的平均受精概率,各个月受精概率为$q^{(n-1)}P$。T为平均受精时间(即平均等待受孕时间)加权平均数,经推导:$T=\frac{1}{P}$。一般月受精概率为0.2,则平均受精期为5个月。③孕期:从受精到婴儿出生这段时间称为孕期(S_c)。人类孕期为9个月。

由此得,人的生育周期为:

$$T_l=S_b+\frac{1}{P}+S_c=8+5+9=22(月)$$

据此,可用生育过程分析来分析避孕和人工流产(以下简称人流)的作用。

人流减少的出生数 人流和活产不同,没有哺乳不育期(S_{ib}),怀孕期(S_{ic})平均仅3个月,因而人流间隔(t_i)为:

$$t_i=S_{ib}+\frac{1}{P}+S_{ic}=0+5+3=8(月)$$

一次流产可以防止的出生(活产)数(n_i)为

$$n_i=\frac{8}{22}=0.363\,6(个)$$

而

$$\frac{T_l}{t_i}=\frac{22}{8}=2.75$$

即2.75次流产可以减少一次活产。

避孕对出生的影响 P为未应用任何避孕措施时的月受孕概率(即0.2),若e为避孕措施的效率,则应用避孕措施后的月受孕率(P^*)为:

$$P^*=P(1-e)$$

则应用避孕措施失败后若再有一次活产时(即在一个避孕段时间内)较未用避孕时减少的出生数(n)为:

$$n=\frac{\frac{1}{P^*}+S_b+S_c}{\frac{1}{P}+S_b+S_c}-1$$

若避孕效率e为 0.95，则：

$$n=\frac{\frac{1}{0.2\times(1-0.95)}+8+9}{\frac{1}{0.2}+8+9}-1=4.318$$

应用避孕措施时，一次流产可避免活产数(n)为：

$$n=\frac{\frac{1}{P(1-e)}+S_{ic}}{\frac{1}{P}+S_b+S_c}=\frac{100+3}{22}=4.682\,0$$

因此，一次流产可避免 4.682 0 次活产，与未避孕前的 0.363 6 相比，有明显差别。

此时一个流产周期和一个活产周期比为：

$$n=\frac{\frac{1}{P^*}+S_{ic}}{\frac{1}{P^*}+S_b+S_c}=\frac{100+3}{100+17}=0.880\,3$$

即同样避孕，一次流产可避免 0.880 3 次活产。

避孕方法所减少的出生数 以宫内节育器(IUD)为例，若以d为IUD的月脱落率，以d^*表示月底前应用IUD未怀孕时的脱落率，则：

$$d^*=d(1-P^*)=d[1-P(1-e)]$$

未脱落而在下个月继续避孕的使用概率为：

$$1-P^*-d^*$$

当应用IUD时，各月份脱落前怀孕的概率：

第一个月为P^*

第二个月为$P^*(1-P^*-d^*)$

第三个月为$P^*(1-P^*-d^*)^2$

……

第n个月为$P^*(1-P^*-d^*)^{n-1}$

总的脱落前怀孕的概率为以上各月概率之和，即：

$$\frac{P^*}{P^*+d^*}(当n\to\infty)$$

同理，应用IUD时，在怀孕前的脱落率为：

$$\frac{d^*}{P^*+d^*}$$

经推导，某避孕方法(如IUD)应用时的脱落前平均怀孕所需时间(t)为：

$$t=\frac{1}{P^*+d^*}$$

IUD应用后的平均脱落所需时间，就是$\frac{1}{P^*+d^*}$

在考虑脱落的情况下，意外怀孕所需的平均时间(t^*)为：

$$t^*=\frac{1}{P^*+d^*}+\left(\frac{d^*}{P^*+d^*}\right)\frac{1}{P}$$

亦可用下列公式求t^*：

$$t^*=\left(\frac{P^*}{P^*+d^*}\right)\left(\frac{1}{P^*+d^*}\right)+\left(\frac{d^*}{P^*+d^*}\right)\left(\frac{1}{P^*+d^*}+\frac{1}{P}\right)$$

此公式可理解各加权平均数，即由脱落前怀孕和脱落后怀孕的概率分别乘上各自所需的时间。

上述两公式均可化成下式：

$$t^*=\frac{1+\frac{d^*}{P}}{P(1-e)+d^*}$$

在考虑脱落因素时，在一个避孕段时间内可减少的出生数是：

$$n=\frac{t^*+S_b+S_c}{\frac{1}{P}+S_b+S_c}-1=\frac{P-d^*}{[1+P(S_c+S_b)](P^*+d^*)}$$

若e＝0.95，P＝0.2，d＝0.03

则$P^*=P\times(1-e)=0.2\times(1-0.95)=0.01$

$d^*=d(1-P^*)=0.03\times(1-0.01)=0.029\,7$

$$t^*=\frac{1+\frac{0.027}{0.2}}{0.2\times(1-0.95)+0.029\,7}=28.589\,4$$

$$n=\frac{28.6+8+9}{5+8+9}-1=1.072\,2$$

根据前述，不考虑脱落因素时，一个IUD可减少 4.318 次活产，而考虑脱落因素时，一个IUD仅减少 1.0722 次出生。

应用避孕与产后不孕期的重复 在产后不孕期内应用避孕方法，不但不产生效果，反而又有取出和脱落的危险性。若脱落和取出的概率是d，而应用避孕到恢复生殖的月数是A，则A月后避孕仍存在的概率为$(1-d)^A$，避孕的真正有效时间为：

$$t^*_A=(1-d)^A t^*+[1-(1-d)^A]\cdot\frac{1}{P}$$

t^*_A和t^*一样，可看作是立即有受孕可能和脱落后有受孕可能的加权平均时间。在避孕和产后不孕期重复A个月情况下，应用避孕时所减少的出生数为：

$$n=\frac{t^*_A+S_b+S_c}{t+S_b+S_c}-1$$

若e＝0.95，P＝0.2，d＝0.03，A＝6

则$t^*=\frac{1+d^*/P}{P^*+d^*}$

$$=\frac{1+0.029\,7/0.2}{0.01+0.029\,7}=28.589\,4$$

$$t^*_A=(1-0.03)^6\times28.589\,4+[1-(1-0.03)^6]\times\frac{1}{0.2}=24.649\,3$$

$$n=\frac{24.649\,3+17}{5+17}-1=0.893\,2(<1.072\,2)$$

故为了使避孕更有效，应缩短避孕和产后不孕期的重复时间

间隔生育、集中生育和避孕效率　个妇女可能有25年生育期，如应用95%有效的避孕方法，每月的可能怀孕率为：

$$0.2\times(1-0.95)=0.01$$

则25年内可能有$0.01\times25\times12=3$次怀孕

考虑到自然流产和死产的可能，又不进行任何人工流产的话，则一个妇女平均可有2—3个孩子，但是孩子的间隔是随机的。

如任其生育，且希望所要的孩子在一段较短时间内(如5年)生完。这样虽用95%有效的避孕方法，一生仍平均要做2～3次人工流产。若避孕效率提高到99%，月怀孕率为$0.2\times(1-0.99)=0.002$，在20年中的受孕次数：$0.002\times20\times12=0.48$，人工流产次数就大大减少。因此高效率的避孕方法是人们所期望。

性别偏爱和生育总数　如希望有2个孩子，且希望子女双全。因活产中男孩的概率为b，则第一孩是男孩时，第二孩是女孩的概率为b(1－b)；第一、二孩为男孩时，第三孩为女孩的概率为$b(1-b)^2$；……　在这种情况下，平均生育子女数为：

$$\frac{1}{b}-b$$

同理，若第一孩为女孩时，平均生育子女数为：

$$\frac{1}{1-b}-(1-b)$$

总的预期平均生育数为：

$$n=(\frac{1}{b}-b)+[\frac{1}{1-b}-(1-b)]=\frac{1-b-b^2}{b(1-b)}$$

若$b=0.5$，则$n=3$

某调查得45.7%的人希望1男1女，15.4%希望2男1女，12.6%希望2男2女，平均希望2.55个孩子。但考虑到性别的要求，则他们会平均生育3.7个孩子。

中国目前的计划生育政策是一对夫妇只生一个孩子好，这里仅从介绍方法出发。

节育手术质量评价

节育手术质量(quality of birth control surgery)的好坏直接影响节育效果和人们的健康，常用的评价指标有：

(1) 节育手术感染率：指每1 000次节育手术中发生感染的次数，反映手术时的消毒质量。为：

节育手术感染率

$$=\frac{\text{同期手术发生感染的例数}}{\text{某地某年节育手术总例数}}\times1\,000‰$$

可按不同手术，如取、放节育器，男性结扎，女性结扎，人工流产等来计算其感染率，以了解不同节育手术的质量。

(2) 子宫穿孔发生率：指每1 000例经宫腔手术发生子宫穿孔的次数。为：

子宫穿孔发生率

$$=\frac{\text{同期发生子宫穿孔的例数}}{\text{某地某年经宫腔手术例数}}\times1\,000‰$$

可按取、放节育器，人工流产等分别计算子宫穿孔发生率。

(3) 节育手术失败率：指每1 000例节育手术中失败的例数。不同节育手术的“失败”表现不同：人流术空括以致妇女仍继续怀孕；绝育术后确证输卵(精)管未切断或再通；药物皮下埋植后在有效时间内怀孕等。为：

节育手术失败率

$$=\frac{\text{节育手术随访后发现失败的例数}}{\text{某地某年节育手术总例数}}\times1\,000‰$$

节育手术是否失败需随访一定时间才能确定。如药物皮下埋植有效期为半年时，则需随访9个月，因为确定是否怀孕一般尚需3个月时间。

(4) 节育手术致残率：每1 000例节育手术中经鉴定因手术致残的例数。为：

节育手术致残率

$$=\frac{\text{同期因节育手术致残的例数}}{\text{某地某年节育手术总例数}}\times1\,000‰$$

(5) 节育手术死亡率：指每1 000例节育手术中因手术原因致死的例数，包括因手术出血、感染等原因致死者。为：

节育手术死亡率

$$=\frac{\text{同期节育手术死亡的例数}}{\text{某地某年节育手术总例数}}\times1\,000‰$$

此外尚可计算其他一些并发症发生率，如节育手术内脏肠管或膀胱损伤率、人工流产不全率、中期引产子宫破裂率、男性结扎阴囊血肿率、节育手术过量出血率(取器时>100 ml，人流时>200 ml，中期引产>300 ml)等。

人群保健措施

儿 童 保 健

儿童年龄分期

根据儿童的体格、解剖、生理特点作儿童年龄分期，以便按各期特点进行保健和疾病防治。

胚胎发育期 是指妊娠初8周，从受精卵迅速分化到具人形的阶段。这时形成内胚层、外胚层和中胚层三层组织。内外各种因素影响均可造成流产或先天畸形。

胎儿期 从受精后第9周起到婴儿出生为止。以组织及器官的迅速生长和功能逐渐趋于成熟为其特点。胎龄满37周出生的小儿为足月儿。孕妇妊娠初3个月的先天性感染(如风疹感染)可致胎儿畸形，营养失调可致胎儿生长迟缓，其他如孕妇接受放射线照射、服用药物、吸烟、酗酒和母儿间免疫，可导致胎儿发育异常并引起流产、死胎、早产或先天畸形等不良结果。

新生儿期 自出生脐带结扎时起至生后足28 d。此时小儿脱离母亲开始独立生活。疾病以产伤、早产、感染、先天畸形为多见。

围生期 从孕期28周到生后1周，通称围生期。

婴儿期 出生后28 d到满1周岁为婴儿期，又称乳儿期。是小儿出生后生长发育最迅速的时期。但婴儿期抵抗力弱，6个月后来自母亲的免疫抗体逐渐消失，自身免疫力尚未发育成熟，易患传染病和感染性疾病。

幼儿期 1周岁后到满3周岁为幼儿期。体格生长速度较婴儿期缓慢，但活动范围逐渐广泛，接触周围事物的机会增多，语言、思维和别人交往能力增强，易发生意外事故(如溺水、烫伤、跌伤、错吞药物)，且接触感染机会增多。仍应预防传染病。

学龄前期 指3—6岁或7岁，相当于目前“幼儿园”的阶段。体格发育速度已减慢，而智能发育更趋完善。该年龄阶段可塑性大，故家庭与幼儿园教育对培养良好的道德品质极为重要。免疫反应性疾病，如肾炎、风湿病在这阶段开始出现。因接触面广，仍可发生传染病及意外事故。

学龄期 从入小学起(6—7岁)到青春期(女12岁，男13岁)。此期儿童生长速度到7—8岁后稍有增加趋势，除生殖系统外，其他器官的发育已接近成人水平。各种生理功能包括免疫功能已基本成熟、稳定。智能发育进展较快，会综合、分析、克制自己，是长知识，接受文化科学教育的重要时期。

青春期 又称少年期。女孩从10—12岁开始到17—19岁，男孩从13—14岁开始到18—20岁。青春期又称中学学龄期(见“青少年保健”条)。

新生儿保健

新生儿保健(neonatal care)指在出生后脐带结扎时起至生后足28 d期间的保健工作。新生儿期是从胎内寄生状态逐渐过渡到独立适应胎外生活的阶段。由于生理功能发育尚未完善，对外界环境的适应能力差，对某些疾病抵抗力低，故新生儿发病率高，死亡率也高。新生儿保健服务由基层卫生机构进行，一般由地区儿童保健网进行新生儿访视和向家长作科学育儿指导，宣传合理喂养及预防疾病的知识，并指导与协助家长做好新生儿护理工作。定期进行家庭访视，通常新生儿出产院后1个月内，可进行二至三次访视。对低出生体重儿和有异常情况小儿，可酌情增加访视次数。

正常新生儿

正常新生儿(newborn baby)指娩出时胎龄满37周而不超过42周(胎龄259—294 d)、出生体重达2500 g以上、身体各器官形态与功能已达相当成熟程度者。

出生断脐后，机体各器官在解剖及生理方面将有很大调整，才能适应与宫内完全不同的外界环境。

呼吸 胎儿可有微弱而无效的呼吸。新生儿一出生即开始呼吸。胎儿肺泡中含有少量液体，分娩过程中胸廓受压，部分液体被挤出气道，大部分被吸收。以后正常呼吸需有足量肺泡表面活性物质的存在而维持。新生儿肋间肌薄弱，呼吸主要靠膈肌的升降。其呼吸浅表，节律不匀，而频率较快，每分钟达40—45次，故每分钟相对呼吸量并不低于成人。初生2周内呼吸频率波动较大，可能出现呼吸暂停，这是生理现象。新生儿啼哭有利于肺部扩张。

循环 新生儿出生后循环途径和血液动力学改变甚大。卵圆孔和动脉导管解剖上的闭合于生后2—3月内完成。有些新生儿最初数天可听到心脏杂音，可能与动脉导管暂时未闭有关。新生儿心搏出量为每分钟180—240 ml/kg体重，比成人多2—3倍，这与新生儿耗氧量高相适应。初生时血压约为9.98/6.65 kPa(75/50 mm Hg)，2周时收缩压可达12.64—13.30 kPa(95—100 mm Hg)。新生儿心脏神经分布以交感神经占优势，迷走神经兴奋性较低，故心率较快，第一天为85—145次/min，2—7 d为100—175次/min，8—10 d为115—191次/min。早期常有窦性心律不齐。

泌尿、生殖系统 新生儿出生时肾脏已具有与成人数目相同的肾单位，但组织学上不够成熟。初生时肾功能仅能应付一些生理需要量。一般出生后数小时开始排尿，每天四至五次，但排出量皆少，每昼夜可少于10—50 ml(也可能出生后48 h内无尿)。喂奶量增多后，每日尿量可增至100—300 ml，排尿次数也增加，一周后可增至每日十余次。第一周尿内可含微量蛋白和糖，有时因尿酸盐排泄增加，可见粉红色尿。

男婴阴囊大小不等，可有鞘膜积液，睾丸已降至阴囊内，少数新生儿睾丸可停留于腹股沟处或摸不清。阴茎、龟头和包皮可有松弛粘膜，为生理性包茎。女婴小阴唇相对较大，大阴唇较小，不能遮盖小阴唇，可有少量阴道分泌物。有的女婴在生后5—7 d阴道内可见少量出血，亦称"假月经"，1—2 d自止，不需处理，此乃妊娠后期雌激素进入体内，出生后突然中止所致。受母亲雌激素影响，新生儿3—5 d内可发生乳腺肿胀，蚕豆至鸽蛋大小，2—3周自行消退。

血液 新生儿总血量约为体重的10%左右。从出生到生后第一周内，周围血红细胞计数可由6.5×10^{12}/L降至约6.0×10^{12}/L，血红蛋白由230 g/L降至180 g/L，其中胎儿血红蛋白占70%—80%(5周后减少到55%)。白细胞计数由20.0×10^{9}/L降至14.0×10^{9}/L；中性粒细胞由65%降至50%以下，偶见中幼粒细胞；淋巴细胞由20%迅速上升。中性粒细胞和淋巴细胞百分数曲线在生后第4—6 d发生第一次交叉。血小板计数第一天为300×10^{9}/L。凝血时间和凝血酶原时间较长，生后2—4 d更长，以致出现新生儿出血症。

消化 新生儿出生后吞咽功能已完善，但食管上部括约肌不随下咽食物而紧闭，下部括约肌也不关闭，食管亦不随之蠕动；新生儿胃呈水平位，容量小，贲门括约肌弱，幽门括约肌发育较好，因而容易溢奶和呕吐。生后1—2 d内常吐出黄色或咖啡色液体，此系通过产道时吞下的羊水、粘液及血液。新生儿肠段相对较长，分泌和吸收面积相对较大，而肌层薄弱，能适应较大量流质食物的消化吸收。

新生儿唾液分泌较少，常呈中性反应。胃酸在生后第一天暂时增高，随即下降，至第八天游离酸为零。消化道能分泌足够的消化酶以消化除淀粉外的简单食物。对单糖和双糖的消化吸收功能已完善，但胰淀粉酶少，4个月才达成人水平，提早喂以淀粉类食物，可能促进此酶提早分泌。人乳中有解脂酶，人乳脂肪85%—90%能被吸收，但对牛乳脂肪吸收率较低，肠壁通透性大，有利于初乳中免疫球蛋白的吸收，故母乳喂养儿血中IgG、IgA、IgM浓度较牛乳喂养者高，但其他蛋白质分子也易透过，可引起过敏反应。

胎粪由胆汁、肠道分泌物、脱落上皮细胞及胎儿在宫腔内咽下的毳毛和胎脂等组成，呈墨绿色；出生后10—24 h内开始排出，3—4 d内排空，转为过渡性大便，再转为正常粪便。人乳喂养儿每日大便三至五次，牛奶喂养儿仅一至二次。如出生24 h内无胎粪排出，应检查有无消化道畸形(如无肛)。

代谢 新生儿体表面积相对较大，代谢需要按体重计算较成人多。蛋白质消化吸收效能较高，第一周起即能维持正氮平衡。有时因胎儿糖原储备不足，可出现低血糖(可不伴症状)。对脂肪的吸收较蛋白质差。体内含水量占体重的75%左右，生后数天内由于母泌乳量少、哺乳不足，若摄入水分较少，出现生理性体重下降，一般不超过10%，哺乳量增加后回升。脱水者可出现脱水热。因血钾高，血钙偏低、人工喂养者可因血磷高，血钙更低，而出现低钙性惊厥。

胆红素代谢：出生时血清胆红素高于正常成人[5.13－17.10 μmol/L(0.3－1.0 mg/dl)]，生后3－5 d达高峰[34.20—205.20 μmol/L(2—12 mg/dl)(平均7 mg/dl)]，7－10 d内可降至正常水平。正常新生儿有50%—75%于生后2—3d出现黄疸，第4—6d最重，10－14 d消退，无任何症状，一般情况好，称为"生理性黄疸"。这是因为新生儿红细胞破坏较多，产生大量胆红素而肝细胞Y、Z蛋白较少，限制了摄取胆红素的能力，肝脏葡萄糖醛酸转移酶及尿嘧啶核苷二磷糖脱氢酶活力均低，使胆红素结合过程大大降低，非结合胆红素存在于血液中产生黄疸，一般血清胆红素值低于205 μmol/L。如黄疸于出生后24 h内出现或持续不退或程度较深，伴有其他症状则应紧密随访，排除病理性黄疸可能。提早开奶，喂以糖类和及早排除胎粪，可使新生儿生理性黄疸减轻。

酶系统 新生儿酶活力低下，如肝脏合成凝血酶原功能差，易有出血倾向。肝内葡萄糖醛酰转移酶功能差，早产儿更甚，临床上出现高胆红素血症与此有关，这也影响多种药物的代谢处理。如给一般剂量氯霉素，可发生灰色综合征(或称灰婴综合征)，临床表现为面色苍白、青紫和虚脱等。

神经系统 新生儿脑部相对较大，约占体重的10%—12%(成人仅2%)，但脑沟回尚未完全形成、脊髓相对较长，其下端在第3—4腰椎水平，脑脊液量少，压力较低。出生时因大脑皮质和纹状体发育不完善，神经髓鞘未完全形成，对外来刺激常出现泛化反应，易出现不自主

和不协调动作。初生时其活动均为无条件反射，吞咽、吸吮、觅食、伸舌、恶心、拥抱、握持等反射特别强。瞳孔对光反应、膝反射和跟腱反射存在。提睾反射、腹壁反射在出生2个月内不稳定。Chvostek征、Babinski征、踝阵挛可阳性。生后9—14 d即出现第一个条件反射。出生时味觉发育良好；嗅觉、听觉、痛觉较差；触觉和温度觉灵敏；视觉较弱，双眼球缺乏共振运动。

内分泌 出生时垂体前叶已具有功能；后叶分泌稍不足。甲状腺功能良好，甲状旁腺功能可出现暂时性低下而致肾排磷功能不足，引起低钙惊厥。新生儿肾上腺皮质功能不够成熟，出生时血皮质醇浓度较高。髓质分泌和储存的激素以去甲肾上腺素为主。男女婴乳腺均可增大，2—3周自行消退。第3—5 d，受母体雌激素的影响可分泌初乳样分泌物。

免疫 新生儿在生后3—4 d内尚无充分合成免疫球蛋白的能力。大量IgG可以从母体通过胎盘输给胎儿，故新生儿对麻疹、风疹、白喉、猩红热等传染病尤易感性。但此种被动免疫抗体6个月内逐渐消失。IgM不能通过胎盘，新生儿IgM少，非特异性免疫系统不完善，故对一般细菌性感染，尤其革兰阴性杆菌感染缺乏抵抗力。新生儿分泌型IgA少，易患呼吸道和消化道感染。巨噬细胞对抗原的识别与吞噬功能不足，并缺乏调理素，肝脾清除血液中细菌的能力不足，溶菌酶和白细胞对真菌的杀灭能力也较低，对革兰阴性菌和真菌的抵抗力均很低。细胞免疫能力亦较差，细菌侵入皮肤或粘膜，可扩散成败血症。新生儿对炎症反应尚未充分建立，感染时不一定有发热和白细胞增高，感染的表现远不如较大婴儿明显。

体温调节 胎儿体温略高于母亲体温0.5—0.7℃。新生儿体温调节中枢发育不完善，皮肤调节功能差，体温不稳定。出生后环境温度低于宫内，体表面积又相对大，皮下脂肪薄，易散热，故出生后1 h体温可下降0.5℃，以后再逐渐回升，12—24 h后才稳定于36—37℃之间。寒冷时依赖非寒颤性产热方式，由棕色脂肪通过去甲肾上腺素调节，直接产热。故在寒冷季节应注意保暖。新生儿汗腺发育不全，排汗、散热功能也差，若外界温度过高或保温过甚，体温会上升，甚至高达40℃，引起惊厥。

皮肤、粘膜 初生的新生儿皮肤覆有一层灰白色胎脂，由皮脂腺的分泌物与脱落表皮形成，有保护皮肤作用。胎毛大部脱落，仅额面部、肩上和骶尾部留有少许。皮色深红，皮肤角质层薄、易擦伤而致感染。新生儿鼻尖有细小粟粒疹。背部、骶部和臀部可有色素斑，俗称胎记。

上腭中线上有黄白色小点，称为上皮球；在齿龈切缘上常有黄色小斑点，称"板牙"或"马牙"；均系上皮细胞堆积或粘液腺肿胀所致，出生数周到数月会自行消失。两侧颊部各有一隆起脂肪垫(俗称"螳螂嘴")，对吸奶有利，属生理现象，不需处理。

高危婴儿

凡高危妊娠妇女分娩的新生儿或产时产后出现不良因素者统称高危婴儿(high risk infant)，需设立特殊病室进行重点治疗和护理。

高危婴儿的范围 高危婴儿可具有下列一种或一种以上情况：低出生体重儿(出生体重小于2 500 g)、早产儿(根据末次月经推算胎龄超过28周而不足37周者)和宫内生长迟缓儿(出生体重低于相同胎龄小儿的第10个百分位数以下)；胎儿宫内窘迫或产时窒息；异常分娩儿和剖宫产、产钳术、胎位不正；严重先天性畸形；出生后患有严重疾病如新生儿肺透明膜病、溶血病等；孕母年龄在15岁以下或35岁以上；孕母吸烟或酗酒；孕母过去有流产、早产、死胎、死产、低出生体重儿、畸形儿、遗传性疾病儿史；孕母患有内科、外科、妇科疾病如糖尿病、高血压、心血管疾病、肾脏病、代谢病、内分泌疾病、血液病及生殖道畸形等；孕母本次妊娠有异常情况，如先兆子痫、子痫、多胎、前置胎盘、胎盘早剥、羊水过多、胎盘功能不良等。

高危婴儿的临床特点 见下表。

高危婴儿的临床特点

临床情况	新生儿期	远期后遗症
低出生体重儿	出生时窒息、呼吸窘迫综合征、体温过低、水盐电解质紊乱、低血糖症、高胆红素血症、宫内感染	身长、体重、头围落后于同龄儿；某些神经系统后遗症；易发生先天性非细菌感染(风疹、巨细胞病毒、弓形体病)
极低出生体重儿(<1 500 g)	脑室内出血、反覆窒息、不显性失水增加、高渗性脱水	脑室内出血致脑积水，神经系统异常，慢性呼吸道疾患，支气管和肺发育不全，晶体后纤维增生
严重缺氧	休克、呼吸暂停和紫绀、脑水肿、惊厥、低钙血症、低血糖症、抗利尿激素失调症，缺血性肾损伤	脑性瘫痪、其他中枢神经系统异常、智力低下
先天畸形	致死性严重畸形及畸形器官的后遗症	畸形所致不同程度的障碍

高危婴儿的护理 (1) 一般处理：①复苏：必须分秒必争。②保暖：采用烘热的暖箱，体重<2 000 g者应放入暖箱，温度32－34℃，暖箱需预热。③供氧：呼吸困难及青紫者需供氧，维持动脉氧分压在6.65—10.64 kPa (50—80 mmHg)。④及时正常喂养，防止低血糖，并促使体重增长，必要时静脉供给10%葡萄糖。最好母乳喂养，喂养方法及间隔时间需根据小儿吸吮力而定。及时补充各种维生素及铁剂。⑤维持水盐电解质平衡。⑥长期随

访，对体格生长及智力发育进行长期监测。出生后即开始智力训练，促进神经系统的发育和提高智商。⑦对父母提供社会心理支持。

(2) 特殊护理：视不同情况而定。

新生儿体格检查

新生儿脱离母体后即独立进行各种生理活动，又需适应外界环境，因此这一时期易于发生各种不适应的情况，要求密切观察和采取相应措施，一般对新生儿要进行多次体格检查(physical examination)。

出生后新生儿体格检查 出生后新生儿应进行多次详细检查，第一周内至少三次：①出生后立即检查有无窒息、严重产伤和先天畸形，进行Apgar评分，以决定是否高危新生儿，需否重点监护。②数小时后应再观察呼吸、心率、脸色、体温、脐带残端等是否正常。如一切良好，于第一天可作体重、身长等测量，如发现产伤或先天畸形应仔细寻找其他部位是否有同样情况。③出产院回家前应再次作详细检查。回家后应由地区妇幼保健医生或乡村医生于出院后第三天、第二周及第四周作二至三次家庭访视，询问婴儿喂哺、睡眠、大小便情况，测体重和全身检查，重点注意皮肤、口腔、脐带残端，以发现有无早期感染迹象。

足月新生儿体格检查 足月新生儿体格检查要点如下：

(1) 一般情况：体重2 500 g以上，平均3 200 g；身长47 cm以上，平均50 cm；头围34 cm左右，呼吸较表浅，40—44 次/min，心率140 次±50 次/min，脸色红润，哭声响亮，睡眠安详，四肢活动自如，肌张力正常，体温37.6—37.8℃(肛表)。

(2) 外部特征：足月新生儿皮肤红润，体表胎脂少，肩及背有少量胎毛，皮下脂肪丰满，外耳廓软、轮廓分明，骨骼发育好，头发分条清楚，颅骨硬，鼻骨挺，乳腺稍隆起可摸到结节，乳头乳晕分明，指(趾)甲到达或超过指(趾)端，足底纹理清晰交错，遍及整个足底。男婴阴囊有皱折，睾丸多已下降。女婴大阴唇发育好，已覆盖小阴唇及阴蒂。四肢活动活跃，安静时常取髋外翻膝屈曲姿势，这些都与早产儿或未成熟儿不同。

(3) 正常神经反射：宜在小儿清醒安静时进行测试，非条件反射如吸吮反射、咽反射、吞咽反射、瞳孔反射及防御性瞬眼、角膜反射、结膜反射等初生时已很明显。其他尚可有以下神经反射：①觅食反射：触及一侧面颊时头向该侧转，触及嘴角或上唇时出现撅嘴反应如觅食状。②拥抱反射：婴儿仰卧桌上，头伸出桌边外用一手扶之，突然将头及颈向下放10—15度角，婴儿出现拥抱动作即两臂伸直外展，继而屈曲内收似在胸前拥抱状。在婴儿头部附近用手击拍发出响声，也可引出拥抱反射。③交叉伸腿反射：以手按一侧膝关节，使下肢伸直，另一手刺激同侧足底，可引起对侧下肢屈曲，再伸直内收。④躯颈反射：转动仰卧新生儿的躯干时，头面也随之转向同侧，若转头则躯干也随而转向同侧。⑤屈肌张力高：仰卧时婴儿肘膝关节自然屈曲，拉婴儿上臂使其肘关节伸直，放手时肘关节迅速回复屈曲状，下肢也可作同样试验，肌张力更高。上述神经反射在正常足月新生儿均可出现，不足月儿或有病理情况时则可阴性，一般检查常作觅食反射、拥抱反射试验，必要时再作其他试验。

婴幼儿保健

婴幼儿保健(infant care)指对3岁以内婴儿进行预防疾病，保护身心健康和促进生长发育的保健。

进行婴幼儿保健时，按一定地区设立儿童保健门诊或婴幼儿家庭访视。对婴幼儿健康进行纵向观察。内容包括体格生长和智能发育的监测、营养评价以及常见病的预防和筛查等。通过纵向观察，及时了解婴幼儿生长发育是否偏离正常，早期发现健康上存在的问题和疾患，指导家长做好婴幼儿的喂养和保健。

合理喂养 合理喂养对维护婴幼儿身心发育和健康起决定性作用。婴幼儿正处于生长发育旺盛时期，不但要供给足够的热能和各种营养素，同时还必须注意各种营养素的合理配比，如某些营养素长期供给不足，可能引起某些营养缺乏症。不但影响食欲，而且容易引起消化不良。

合理衣着 婴幼儿服装必须符合式样简单，穿脱方便，轻软保暖和容易洗涤的要求。料子用吸水性强、柔软的棉质为好；化纤织物最好不要贴身，以防皮肤过敏，颜色以浅色为好，大小要适体，不要束胸，当小儿不用尿布时，可训练不穿开裆裤，以防蛲虫感染。

培养良好生活习惯 ①睡眠习惯：养成按时睡眠，最好培养独睡，冬日不要蒙脸睡，也不要养成抱在怀中睡和含着奶头睡，遵守睡眠时间。②清洁卫生习惯：从小养成爱清洁、讲卫生习惯，以减少感染机会。使用个人的生活用具，如脸盆、毛巾、手帕、碗、匙、杯等要独用。大人不应把饭菜嚼后再喂婴幼儿，不应口对口喂食。勤洗头、洗澡以及便后洗臀等以保持皮肤清洁。婴儿能自己取食时，应养成食前和大便后洗手。衣服、尿布勤换勤洗。③饮食习惯：良好的饮食习惯对促进食欲和保证营养供给有利。要定时定量，不吃零食。进食有固定场所。注意进食时间，每餐不得超过半小时。应按年龄添加辅食。食品尽量多样化，1岁半左右可训练自食。注意饮食卫生和就餐礼貌的教导，防止养成偏食和挑食习惯。④口腔卫生：婴儿口腔不宜擦洗，因口腔粘膜容易擦破而引起感染，可在进食后喂些开水，2岁时可训练用温开水漱口，3岁后可开始训练刷牙。⑤体格锻炼：利用自然条件，多到户外进行活动，接触阳光和新鲜空气，实行开窗睡眠，以增强体质，提高对疾病的抵抗力和预防佝偻病，促进生长发育。⑥合

理安排生活日程和教养活动：婴儿生活日程中首先保证定时喂养及定时睡眠。在吃饱睡足的基础上，安排适当教养活动。婴儿日程安排原则为吃—玩—睡—吃。可进行视觉、听觉刺激，动作和语言的训练等。但不要对小儿要求过高和强迫性训练。

注意安全 小儿生性好奇，又不能照顾自己的生活或保护自己，容易发生意外事故，必须注意预防。养成晚上不蒙被睡的习惯，以免睡后发生窒息。较大婴儿喜欢抓东西往嘴里送，因此要避免接触小物件，尤其是尖头的，如别针、钉子、碎玻璃、小石头、钮扣、硬币等。哭闹时，不可喂粒糖、花生和豆类，进食时不可逗笑以免食物呛入气管，引起窒息。会爬和走动时，要防止发生跌伤事故。婴幼儿床边和窗户阳台等处须设置栏杆。热水瓶、热汤、热粥等要放在小儿碰不到的地方，以免烫伤。电插座最好装高些。家中药物要藏妥，以免误服。

按时预防接种 按时接种可提高对某些传染病的抵抗能力。

定期体格检查 定期到儿保门诊接受健康检查。

托儿所除做好以上保健工作外，要进行晨间检查(见“晨间检查”条)，并做好婴儿的奶制品和膳食供应。

儿童期保健

儿童期保健(child care)是指3岁以后至青春期前(包括学龄前期和学龄期)的保健，学龄前期保健又分散居儿童保健和集体儿童保健。

学龄前期儿童保健

散居儿童保健 由各级儿童保健机构组织各级医院，以医院为中心的地段责任制，成立三级儿童保健网，对责任地段户口中的儿童，建立保健卡，定期进行健康检查(包括体格检查和智能测定)，缺点矫治，体弱儿管理以及疾病监测工作，并尽量完成基础免疫工作。同时大力开展健康宣教，提高家长科学育儿知识，指导家长合理喂养，重视早期教育，培养良好卫生习惯，结合日常生活进行户外活动、开窗睡眠等体格锻炼，积极防止意外事故等。

集体儿童保健 主要落实托儿所和幼儿园保健。其工作内容如下：

(1) 健康检查制度：①入园、所检查：入托儿所、幼儿园前，必须按规定进行体格检查，凡1年内有菌痢史和1周内有炎症、腹泻或菌痢接触史的，需进行肛拭培养，凡有结核、肝炎等接触史的，均应作进一步检查，确认为健康儿才能入托幼机构，如有传染病接触史的，必须检疫到潜伏期结束，若患病须到隔离期结束，才可入托儿所或幼儿园。②定期体格检查：可根据条件，1岁以内3个月一次，2—3岁6个月一次，4—6岁每年体检一次，可结合“六一”儿童节活动进行，以便及时了解小儿生长发育情况，如有缺点或偏离正常情况，可早期纠正矫治。③托幼工作人员体检：包括就职前及每年定期的体格检查，检查内容包括胸部X线透视、肝功能、大便培养以及阴道霉菌、滴虫检查等。健康检查合格，并无严重生理缺陷者，方可就职。

(2) 传染病预防及卫生管理制度：为了保证小儿健康，在未发生传染病前，应采取各种方法，尽量预防，万一发生传染病要做好隔离消毒工作，如有传染病流行就要赶快控制。

(3) 合理的生活制度：按照各年龄小儿的生理特点和季节，具体订出1天生活作息制度，注意动静结合，定时进食，定时活动，定时睡眠。使小儿吃、玩、睡、清洁都有一定时间和节奏。

(4) 膳食管理：力争供给小儿充分的热能和各种营养素，对幼儿饮食调配要注意荤素平衡，饭菜应细、软、烂、碎，粗粮细作，干稀搭配，同时注意饮食卫生和餐具消毒，并养成良好饮食习惯。托幼机构要求每周订出菜谱，以便了解营养素的供应是否足够，有条件的可定期进行一些营养调查工作。

(5) 安全制度：在托幼机构中，孩子聚集，孩子们喜活动，好奇心强，又不懂安危。各项活动要以孩子为中心，工作人员要注视儿童，并注意房屋、场地、家具、玩具等的使用安全，药物要妥善保管，并建立儿童接送制度。

(6) 环境卫生及个人卫生制度：要建立室内外环境清扫制度，经常保持空气流通，冬日要保暖，夏日要防暑。个人卫生，小儿每人一巾一杯，日常生活用品要专人专用，并培养小儿养成良好的个人卫生习惯。

(7) 教养工作：根据儿童年龄特点，适时进行教育，以游戏为主，在游戏中进行各种早期智力开发工作。保教人员对孩子起着潜移默化的作用，要了解孩子、尊重孩子和严格要求他们和自己。

(8) 体格锻炼：可增强儿童的体质。应多安排户外活动，在户外充足的阳光和新鲜空气下开展各项体育锻炼。

学龄期儿童保健 是对学龄儿童(学生)身心方面进行保健管理，通常由学校卫生老师或卫生医师进行，有条件的应与有关医疗单位配合，定期进行健康检查，包括身高、体重的测量及视力、听力检查，常见病及缺陷的筛查，如寄生虫、近视、弱视、脊柱弯曲异常、龋齿等。也可进行心理发育的测定，以便及时了解儿童生长发育水平和健康状况。如发现身体有缺陷及疾病，可早期矫治，还必须根据儿童年龄和健康状况，合理安排作息制度，包括学习、劳动、课外活动、进食、睡眠和休息等以保证儿童劳逸结合，满足生理和生活需要，促使学习效率提高和促进身心发育。

营养对学龄儿童来讲虽不如学前儿童和婴幼儿重要，但早餐不可忽视，要保证一定的热量和营养素，有条件的学校，应配备课间餐。

学龄儿童保健尚包括学校的环境卫生，如教室要有良好的空气条件和采光条件，防止噪声，并便于清洁。教

室设计卫生要求可见"中小学教室设计卫生"条。

课桌椅要适合就座儿童身材，为儿童提供维持良好姿势的条件，上课时应使学生维持良好的就座姿势。教材印刷要清楚，书籍文字及插图要清晰够大，年龄越小，字体越大，因儿童视觉器官正在发育中，视力过于紧张有可能形成近视。

儿童的健康教育也是儿童保健中的重要组成部分，可在课内课外利用各种方式对儿童进行健康教育、系统地传授卫生知识和督促培养卫生习惯，使儿童发挥主观能动性，自觉遵守卫生习惯，并和不卫生习惯作斗争，这对预防和降低某些常见病和多发病，保护身心健康起很大的作用。在青春前期，可开始进行适当的生理教育以避免因生理现象而产生的心理紊乱。

晨间检查

晨间检查(morning inspection)是托儿所、幼儿园保健工作的一环，以便早期发现传染病患者和可疑者，并对缺席儿童及时进行家访，了解缺席原因。

通常由托儿所或幼儿园的保健员或医务人员进行。检查时间：全托儿童可在每日起床时或起床后进行，半托儿童在每日入所、入园时进行。晨间检查地点通常设在托儿所、幼儿园入口处。检查方法首先观察小儿精神、面色、表情，同时向陪送家属了解小儿在家生活情况，包括饮食、睡眠、大小便等，再检查耳垂周围有无肿大，皮肤有无皮疹，口腔、咽部有无异常，有无流涕现象，眼巩膜有无充血和黄染，必要时应测量体温，如发现传染病早期症状或可疑症状，可立刻阻止进入班级，将小儿先送入隔离室，进一步观察，必要时由家长或保教人员送医院请医师确诊。若确诊为传染病，可早期将病儿隔离，控制传染病；同时在托幼机构内进行相应的消毒、检疫等措施，切断传播途径，对曾接触的同班级儿童，尽可能进行预防措施，如对甲型病毒性肝炎接触者可注射丙种球蛋白；流脑接触者可服用磺胺药3 d(用半量)，以防止发病。

对已知道患传染病但未满隔离期的儿童，可阻止进入班级，避免传染源入班。对曾接触传染病患者的儿童，应根据其传染病的潜伏期，加强观察，注意有无续发病例。

晨间检查时可同时检查儿童个人卫生和有无携带不安全的物品，发现问题及时处理。

儿童计划免疫

世界卫生组织，全球扩大免疫规划(expanded immunology program)顾问小组提出，要求1990年使全世界需要接种疫苗的儿童，都能接种卡介苗、百白破三联疫苗、麻疹疫苗和脊髓灰质炎疫苗，以控制结核、百日咳、白喉、破伤风、麻疹和脊髓灰质炎6种传染病，称为儿童计划免疫(planning immunology)

在保证小儿获得并维持高度免疫水平的基础上，以尽量减少接种次数，方便群众，节省经费为原则，力求小儿在1岁内完成这四种疫苗的接种，以确保小儿在感染疾病前获得巩固的免疫，城市在基层卫生机构开展预防接种门诊，农村则按月按季进行接种工作，边远地区考虑实际情况实施灵活接种，但都应保证小儿在18个月内完成以下四种疫苗的基础免疫接种。

(1) 卡介苗：初种为健康足月新生儿或2个月内未经结核感染的小儿，复种为城市7岁，农村7岁、12岁的儿童，先作结核菌素试验，阴性者复种卡介苗。一般采用0.1 ml注射于左臂三角肌下端皮内，注射过深易引起局部脓肿或附近淋巴结反应。

反应：注射后3—4周局部出现红肿，肿大范围常在1 cm内，以后化脓溃疡，到6—8周结痂为正常反应，个别溃疡较深，数周才愈合，此时应保护伤口，免受感染，也有少数小儿在接种后1—2个月出现同侧腋下或锁骨上淋巴结肿大，一般能自行吸收。个别化脓应待软化后，至结核病防治所或医院用注射器抽取浓液。

(2) 脊髓灰质炎三价混合疫苗：出生后2个月口服三价混合疫苗，1周岁内服用三次，每次间隔6—8周，4岁加服一次。婴儿可用冷开水化开后服，幼儿可象普通糖果一样吃。禁用热开水送服。

(3) 百、白、破疫苗：初种为出生后3个月婴儿，复种2周岁幼儿，7岁时注吸附精制白喉、破伤风类毒素一次。皮下注射，全程三次，每次间隔6—8周(最短不少于30 d)。

(4) 麻疹疫苗：初种为8—12个月婴儿，复种7岁儿童。皮下注射0.2 ml。

儿童体质锻炼

充分利用各种自然因素，如空气、日光、水和肢体活动进行身体锻炼，能增强体质，获得迅速适应外界环境变化的能力，提高抗病力以预防疾病。因此体质锻炼(plysical training)是一种极好的自我保健措施。儿童从小即能进行体质锻炼，但应根据小儿年龄大小、体质强弱，选择适当的锻炼方式，循序渐进坚持不断，掌握小儿个体特点，严密注意不良反应，婴幼儿尤应结合日常生活进行锻炼，同时注意充足的营养和恰当的护理。

(1) 日常生活中注意锻炼：自幼穿衣及床上被褥不宜过多。自满月后即可每日进行户外活动、开窗睡眠及户外睡眠，夏季可在树荫下进行户外活动，随年龄大小每次15 min至1 h。户外活动时可接触新鲜空气和阳光，对增强体质极为有利，自幼养成孩子用冷水洗脸等。可自夏季开始培养此种习惯，天气寒冷时也能耐受。小儿脐带脱落后即可每日洗温水澡(37—37.5℃)。

(2) 空气浴：利用较冷的新鲜空气直接与呼吸道粘

膜和暴露的皮肤接触，形成外界气温与体温的温差，发生刺激引起机体调节反应，一般由局部粘膜和皮肤血管舒缩起散热的调节作用。通过空气浴锻炼可增强身体对寒冷环境调节的反应，有利于小儿抵抗寒冷、感冒。2—3个月开始可先在室内穿着衣服锻炼，在室温不低于20℃时，可渐减少衣服至只穿一条短裤，待适应后可在无风日移至室外进行，一般应在饭后1—1½h进行。当小儿脱去衣服后宜先用干毛巾摩擦全身皮肤再作空气浴。气温应随小儿年龄大小及体质强弱而定：3岁以下15℃以上，3—7岁14—12℃，学龄儿童12—10℃，时间由每次2—3 min渐加至2—3 h(夏日)，每日一至二次，如结合游戏活动，效果会更好。进行空气浴时若有寒冷感、皮肤苍白、口唇发青、皮肤起鸡皮等，即应穿衣停止进行，体弱儿尤应特殊照顾。

(3) 日光浴：日光中紫外线照射皮肤可使皮内7-去氢胆固醇转变为维生素D_3，从而可预防佝偻病，红外线可使周围血管扩张，加速循环促进心肺功能。日光浴作用比空气浴强。在日光浴前可先进行一阶段空气浴，在树荫下或凉棚下无风处，气温高于20℃时进行。让小儿卧于床上头戴白帽，带上黑纸眼罩保护双眼，先晒背部后下肢、躯体两侧，最后胸腹，每处开始半分钟再转动身体，几次后再增至1 min，直至全部日光浴约25—30 min，每周休息1 d，进行1月，间隔休息1月，休息时作空气浴。日光浴夏季南方应在上午8时，北方9时；春秋季上午10—11时进行为宜，也可在日光下或荫凉处结合游戏进行自由活动，空腹时不宜作日光浴，日光浴后也不宜立即进食，最好在饭后1—1½h进行。日光浴刺激性较强，更应按年龄大小、身体强弱适当安排，并随时观察有无不良反应，有无软弱无力、头痛、皮肤晒斑等情况，若有问题要及时停止锻炼进行处理。

(4) 水浴：水的传热能力为空气的30倍，更能促进体温调节，除日常生活中自幼培养用冷水的习惯外，尚可采用：①擦浴：将小儿仰卧于床上，将软硬适合的毛巾浸于温水中，稍挤干对全身分区作轻摩擦。先进行四肢擦浴，自手至上臂及脚至大腿作向心性摩擦，然后以干毛巾擦至微红，再以湿毛巾同样擦背、胸、腹。手法宜轻柔，不可擦伤皮肤，每做一次总时间约6 min，宜在晨间进行。水温6—12个月婴儿以35—36℃，幼儿为32—33℃开始，每隔2—3 d降1℃，婴儿最低达26℃，幼儿可至24℃，室温应保持在16—18℃之间，不可有风。擦浴是最温和的水锻炼，适用于年幼儿及体弱者。进行擦水浴前最好能有2周用毛巾干擦的准备阶段。②淋浴：除水的温差刺激外，尚有水的冲洗压力，故效果较擦浴更好，但只适用于3岁以上幼儿。小儿立于有少量温水的浴盆中，用淋浴笼头将水先后轮流淋于小儿上肢、背、下肢、胸腹，冲淋总时间约20—40 s，冲淋后立即用干毛巾将全身擦干至皮肤微红。水温开始时为35—36℃，每隔2—3 d降1℃，年幼儿不低于26—28℃，年长者可降至22—24℃，室温不低于16℃。夏季可移至室外无风荫凉处进行。③游泳：自幼开始锻炼，先在成人帮助下进行，能独立游了也必须有成人在旁照应，年长者可在河、湖、海边游泳。游泳是较全面的锻炼，但必须按游泳规则进行，以防意外。

(5) 体育锻炼：是很有益的全身锻炼，可促进肌肉、骨骼的生长，增强呼吸、心血管功能和新陈代谢，起到增强体质，预防疾病的作用。可自2个月起就给婴儿作被动操，按一定顺序进行，动作宜轻柔，伴音乐节拍更使小儿心情愉快，每日一次持续不断。以后随小儿运动功能发育可过渡至主动运动。如2—3岁小儿即可在成人帮助下做竹竿操、模仿操等，3岁以后可训练按口令做操，年长儿童除体操外尚可参加乒乓、赛跑、打球等体育活动。

出生缺陷监测

出生缺陷(birth defects)是指出生时就存在的，由于遗传或环境因素所造成的人体胚胎形态结构异常，即先天畸形，和因代谢及功能缺陷所致的先天智能低下等。出生缺陷监测是指通过在有代表性的地区(或全国)，系统地、连续地和长期地对出生缺陷的种类、分布、发生发展的动态进行细致的观察和监视，尽早发现异常出生的突然增加，或发生新型出生缺陷的信息，加以分析、评价、报告和追寻其原因，以便发出警报，采取必要的预防和控制措施，消除造成出生缺陷的不良因素，尤其是致畸因素。出生缺陷监测也是监测环境致畸的手段之一。随着医疗卫生事业的发展，疾病谱、死亡谱有了很大改变，传染性疾病与营养性疾病逐步得到控制，先天畸形和遗传性疾病的比重在相对地增高。为了提高人口素质，促进优生优育工作的开展，必需详细了解各种组群人口的遗传素质的基本情况，综合考虑自然环境和社会因素对胚胎发育可能产生的影响。所以出生缺陷监测也是妇幼卫生、围生期保健工作的重要内容，是使计划生育工作能得到顺利开展的又一保证。

60年代初期，西欧国家使用"反应停"作为孕妇妊娠早期镇静止吐剂，继而发生了大量的"海豹畸形"。1964年在英格兰、威尔士和以色列等地开展了出生缺陷监测。1972年7月世界卫生组织在日内瓦召开了有关先天畸形座谈会，提出成立先天畸形监测的联合报告系统问题。1974年7月在赫尔辛基召开首次"国际出生缺陷监测工作会议"，并成立"国际出生缺陷监测系统情报交换所"(ICBDMS)，设在纽约。至1987年已有27个国家和地区参加。

中国四川省、北京市、上海市等地于80年代初开始组织出生缺陷监测和筛查研究。1985年在法国召开的第十二届"国际出生缺陷监测系统情报交换所"年会上，四川省被接纳为该交换所第二十个成员组织。1986年10月1日至1987年9月30日，全国29省、自治区、直辖市(不包括台湾省资料)开展了出生缺陷监测工作，并于

1987年,在华西医科大学成立了"中国出生缺陷监测中心"。自1988年1月1日起,全国30个省、自治区、直辖市(不包括台湾省资料)全面展开了出生缺陷动态监测工作。

出生缺陷监测的内容主要包括监测对象、监测期、监测种类、监测点、监测员,以及资料收集和报告方式等。

监测对象 世界各国监测系统的监测对象多为胎龄为16—28周及以上的总产(即包括活产、死胎和死产)。绝大多数选在28周及以上的总产,少数系统只监测活产,或出生体重在500 g(或1 000 g)及以上的胎婴儿,或出生身长在35 cm及以上的胎婴儿。中国多以孕28周(或出生体重在1 000 g)及以上的总产为对象。

监测期 是指监测对象自分娩至截止观察登记日期(或称监测终点)之间所间隔的时间。在以后发生的先天缺陷则不予登记报告。大多数监测系统规定监测期为胎龄28周后娩出至产后7 d内;也有规定在娩出时、娩出后48 h以内,3 d、4 d、6 d、9 d或1年内,甚至终生,随时发现,随时报告。不同监测期所得的先天缺陷种类构成情况不同,发生率也不同,难以相互比较。鉴于产前诊断技术水平的提高,某些先天缺陷在监测对象娩出之前发现,也应给予登记报告。

监测种类 世界各监测系统监测的出生缺陷编码和种类并不统一。1975年9月在日内瓦的第二次出生缺陷监测工作会议上,首次选取12种先天畸形作为国际常规资料交换的病种,这是以"国际疾病分类"(ICD)第八次修订版为基础的,包括无脑儿、脊柱裂、脑积水、腭裂、全部唇裂、食管闭锁和狭窄、直肠及肛门闭锁、尿道下裂、肢体短畸—上肢、肢体短畸—下肢、先天性髋脱位和Down综合征。一般各系统监测的种类都多于这12种,其编码也多以ICD第八次修订版为基础。中国现行动态监测的病种有126种。监测病种不同,所得发生率和构成会有所不同。为了有效地进行出生缺陷监测,所选病种的一般原则为:①不需昂贵的特殊仪器设备,在新生儿期即可进行简易可靠的诊断,其诊断方法的假阴性率不超过10%,假阳性率应接近于0。②较为常见的缺陷,发病率一般不<1/5 000,能有足够的例数可供进一步统计分析。③必须是遗传发育缺陷,发生原因为基因突变者。

监测点 大多以医院为单位,监测在被选中(或愿意参加)的医院中分娩的所有对象;在登记报告制度健全、且有关单位协作良好的前提下,也可以地区为单位进行监测。

监测员 在以医院为基础的监测系统,由经过培训的产科医师、儿科医师、助产士和护士等担任;以社区人群为基础的监测系统,则需有经过专门培训的人员担任。监测员的主要职责为检查、询问、查阅、登记监测对象在监测期内所发现的先天缺陷及其有关情况,填写专门的登记表,并在规定的时间内核对、修正和上报有关资料。

资料收集和报告 资料收集由各监测点的监测员负责。在监测期终点,检查各被监测对象,诊断其所存在的先天缺陷,并作好记录。为了避免遗漏,对在医院分娩者,可由监测员在胎儿娩出时、沐浴时、入新生儿室时,以及出院时多次作细致检查、询问登记。为能保证观察到监测期终点,对有疑问者可适当延长产妇或新生儿住院时间、或及时作好出院随访。在诊断方面,除了体格检查外,有条件的地区或医院,应借助X线、B超、心电图、生化、染色体、病理及尸体解剖等方法进行检查,以便进一步确诊和修正记录。监测员需按统一标准诊断和填写专门的出生缺陷登记表或报告卡,各监测点及各地区要有专门的组织或机构整理汇总资料,形成一个报告网络,定期于每月初或月底将上个月的资料核实后,用原始表、月报表或计算机软盘形式等向上一级监测组织报告,直至最高监测中心,如全国出生缺陷监测中心。各级监测系统均应及时汇总、整理和统计分析资料,其结果应发送全国,甚至国际有关单位。例如美国疾病控制中心不定期地印出《先天畸形监测》(Congenital Malformation Surveillance)刊物发送国内外有关单位。

出生缺陷资料分析的主要内容:①出生缺陷发生率的统计。②出生缺陷发生率的分析。③监视出生缺陷发生率的"异常升高",一般用观察率与基线期望率作比较,如出现"异常升高",则提示很可能存在某些(种)新的致畸因素在影响出生缺陷的发生。中国在1986年10月1日零点起至1987年9月30日24时止,在全国29省、自治区、直辖市(不包括台湾省资料)的945所医院内,共监测了自孕28周(或出生体重在1 000 g)及以上的总产共124万多例,至产后7 d内所发现的出生缺陷发生率为13.07‰(最高为20.5‰,最低为8.8‰),男性高于女性,前五位出生缺陷顺位依次是:无脑儿、脑积水、开放性脊柱裂、唇裂合并腭裂和先天性心脏病等。不同地区各有特点。

出生缺陷监测的最终目的是为了控制和预防出生缺陷的发生发展。只有及时交换有关情报信息,充分利用出生缺陷监测资料,才能敏锐地觉察到有某种出生缺陷发生率在"异常升高"或变动,从而迅速组织调查研究,寻找原因。出生缺陷监测既为流行病学和遗传学研究提供线索,又能检验流行病学家、临床医师、实验室工作人员等所提出的有关缺陷发生的假设,也能用来评估控制预防出生缺陷发生发展的措施,所以信息交流是充分发挥出生缺陷监测工作效益的重要内容之一。

儿童生长发育监测

儿童生长发育监测(child growth and development monitoring)是指自小儿出生后对其生长发育情况定期系统地进行检查、测定和监护,以便及早发现生长发育偏离,及时追索原因,加以纠正和矫治,使孩子能健康成长,这种监测属保健范畴。世界各国都由儿童保健医护人员分区包干进行。新生儿时进行家庭访视,满月后至

儿童保健门诊定期检查。也可将简易测量体重、身高的方法教给父母，由家长监测、发现问题，再去儿童保健门诊咨询。

监测次数 随小儿年龄、当地医护力量而定。一般0—6月龄每1—2月一次，6—12月龄每1—3月一次，1—2岁每半年一次，3岁后每年一次。

监测内容 ①询问小儿前一阶段情况，包括喂养、生活安排及睡眠、疾病等情况。②测量身高(长)、体重、头围、胸围、上臂围、皮下脂肪等测量指标，与上次测量记录相比较，了解其增长情况，评价小儿近一段时间内体格生长状况。③筛查智力和体能发育是否在正常范围。④全身体格检查以发现有无异常。⑤总结询问、测量、智力筛查及体检结果，有无异常偏向或不正常。⑥根据所发现的问题对父母指导措施，并督促其进行。问题复杂时可由儿童保健门诊转至其他专科作进一步诊治。家庭自我监测较简单，定期请父母测量小儿体重及身高等，如发现增长不够满意或不增长，即找医护人员咨询检查。

监测的意义 ①能及早发现生长发育偏离，找出家庭、学校对孩子照顾养育中的问题，加以指导矫治，使有害因素及早去除，保证小儿沿自己轨道正常生长发育。②经常与父母接触建立友好感情，家长能真实地反映情况。也乐意接受指导，这种面对面的群众宣传教育，针对性强，效果较好，且在以后检查时可以随访结果。③可长期纵向积累资料，定期加以分析总结，找出小儿生长发育规律，并了解对小儿生长发育的有利和有害因素，指导改进今后儿童保健工作。④通过生长发育监测，及早发现问题，可组织医学各有关学科及心理、教育、社会学等进行多学科跨学科会诊，共同订出防治计划，全面对小儿进行保健。儿童生长发育监测因有上述优点，故目前发达国家及部分发展中国家均已根据自己特点开展这方面工作，并收到良好效果。

儿童神经发育

儿童出生后神经发育与他以后的智能发育有一定联系。儿童智能发育可参见“儿童智能发育”条。

感知觉发育 (1) 视觉：新生儿具有瞳孔对光反射，视敏度较差，仅能在15 cm处调节视力和两眼协调。1个月开始出现头眼协调，眼在水平位置能随移动的物体转动90°，视觉集中时间仅5 s。2—3个月在水平方向视觉跟随已达180°，并能追随物体作圆周式移动。3个月视觉集中时间达7—10 min。4个月能辨别彩色与非彩色。6个月时目光能跟随在水平及垂直方向移动的物体而移动，可注视远距离的物体。9个月能较长时间看3—3.5 m内的人物活动。1岁半能注意3 m处的小玩具。2岁能区别垂直线和横线。3岁能正确辨别基本色(红、黄、蓝、绿)。5岁能区别斜线、垂直线与水平线。7岁能正确感知及摹写6、9、p、2等。小儿视敏度随年龄增长而不断发展，视敏度增长最快的时间是7岁。

(2) 听觉：新生儿已具有良好的听觉灵敏度。3个月时能转头寻找声源。4个月听到悦耳声音时会微笑，对强烈声音则表示不快。6个月对母亲语音有反应。8个月能区别语音的意义。9个月能寻找来自不同高度的声源。1岁能听懂自己的名字。2岁听懂简单吩咐。4岁小儿听觉发育已完善。

(3) 味觉：新生儿对不同味觉的物质已有不同反应，2周左右对甜味表示愉快，对苦、酸、咸的物质则表示不安，甚至恶心。3个月的乳儿能精确分辨各种主要液状食物。

(4) 嗅觉：新生儿对有气味的物质已能有各种反应。2个月能对不同气味进行分辨。

(5) 皮肤觉(温、痛、触觉)：新生儿触觉已很发达；对冷、热的感觉灵敏；但对痛觉反应较迟钝，2个月起才对刺激表示痛苦。

运动发育 运动发育以脑形态及功能发育为前提，运动器官正常则是运动不可缺少的条件。运动不是一个孤立的能区，它既依赖于视觉等的发育，又反过来影响脑和其他能力的发育。动作发育遵循一定的规律：①自上而下，自头端向足端发展(顺序为唇、舌、眼、颈、腰、上肢、下肢)。②由近而远，近躯干的部位动作发育较早，如上肢运动发育顺序为上臂→前臂→手腕→手指。③由不协调到协调。④由粗到细。

(1) 大运动(粗动作)：①抬头：初生儿颈肌完全无力，俯卧位时，1个月能抬头片刻，3个月抬头数秒钟，仰卧拉坐时头稍落后。4个月抬头至垂直位，并能自如地转动头，仰卧拉坐时头不后垂。5个月垂直位头能保持垂直稳定。②坐：1个月腰肌无力，扶坐时自颈至背成半圆形。6个月小儿能用双手向前支撑或骨盆稍有支持而坐。7个月能独立坐片刻。8—9个月独坐稳，能在坐位保持背垂直。③匍匐、翻身和爬：新生儿俯卧位有反射性匍匐动作。3—4个月俯卧时能以肘支撑上半身。5—6个月开始有目的地翻身，先学会从俯卧位到仰卧位，然后是相反方向。9—10个月大多小儿开始学爬，爬有助于胸臂发育，也有利于探索环境，应予鼓励。④站、走、跑、跳：部分小儿3个月时腿能支持一些重量。9个月小儿能扶住栏杆站立。10个月能自己从坐位扶栏站起。11个月能扶栏行走或扶栏独足站立。12个月约1/4小儿能独自行走。15个月走得好。18个月能扶栏上楼梯。2岁能跑。2—3岁能并足原地跳。3岁小儿能两足交替登楼，独足站片刻。4岁能独足站立数秒钟，能独足跳(向前连续跳)。5岁能跳绳。6岁半能灵巧地蹦跳及奔跑。

(2) 细动作：手的精细动作需要上肢肌张力降低。1—2个月小儿手接触物体即出现握持反射。3个月小儿试图接触递给他的物体，并短暂留握。4个月较易接触到递给他的物体。5个月能抓住一个中等大小的物体。6个月能双手各拿一小物或小糖丸。6个半月能将物体从自

己的一手传递到另一手。6个月后手的功能逐渐转向桡侧，大拇指与手掌联合使用。6—9个月桡掌握物逐渐变得成熟，成为包括拇指和食指的运动。9个月能伸出食指拨弄小物体，能用拇指和食指钳起小丸，但腕部仍需支撑在小丸同一平面上。12个月时用拇、食指钳起小丸已不需腕部支撑，称为垂指摘。15个月能将小丸放入小瓶中，能叠二块方木。18个月能叠三四块方木，能自发乱涂。24个月能叠六七块方木，能模仿画直线、圆，能逐页翻书。3岁能叠十块方木，能将三块方木叠成桥形，能模仿画"十"字。4岁能画不太正规的四边形。4—5岁能临摹矩形。6岁能画三角形。

语言和人际关系发育 （1）语言：小儿语言发育除受语言中枢控制外，还需要正常的听觉和发音器官，并与后天教养密切有关。语言与智能有直接联系，智能发育迟滞的小儿词汇贫乏和语法结构不完善，但不一定有发音障碍。

正常新生儿一出生即大声啼哭，这属于反射性发音阶段。1个月小儿能产生小的喉音，2个月能发出一些元音，如a(阿)、o(喔)等。3个月能产生对社交接触明显喜悦的声音。6个月开始发辅音，6个半月发双元音，6—7个月能将元音与辅音结合起来，发出类似单音节的声音，如ma、da等。8个月小儿常重复某一音节，如ma-ma、da-da等，8—9个月能随着成人发出这些声音、对自己的名字注意。11个月时语词能作为信号引起小儿相应的反应。12个月除懂得"爸爸"、"妈妈"外，还能懂得某些物体的名称，如灯、鞋。12个月的小儿约半数能有意识地叫"爸爸"、"妈妈"。18个月小儿能指出身体各部分(嘴、鼻、口、手、脚、头发等)，能说出10个词左右，词汇量变化范围很大，有些小儿可迟至18—20个月才"讲话"，但此后往往迅速学得词汇和意义。21个月能说出双词句，如"妈妈抱"。1—2岁小儿词汇量有限，常说一些别人听不懂的话，即所谓隐语。2岁左右小儿能将3个词联合起来，说出简单句，听懂100—300个词。18—24个月小儿能用语言表达大小便要求。3岁小儿词汇量增加很快，能听懂800个词，能用300—500个词，能说出姓名、性别，懂得一些介词(上、下)，能计数到3。4岁小儿单词量达1500个左右，能用较多代词、形容词、副词，能背数1—20，能简单叙说一件事，5岁小儿会用一切词类，单词达2000个左右，句法多正确。6岁时说话流利，句法正确，单词达2500个左右。

（2）人际关系：1个月左右小儿脸上已能出现完全的社交性微笑。如2个月末至3个月的小儿仍不会发出社交性微笑，应予以注意并寻找原因，弄清是小儿发育潜力存在问题还是其先期经验有严重偏移。随着小儿对周围环境中人和物关系的复杂化，他们继续以微笑作为"社交"的促进因素。4个月小儿能大声笑。4—6个月小儿对社交接触的情绪反应日益增加，6个月末对最亲近的人有了明显的偏爱，一般表现喜欢母亲，开始"怕生"。6个月能粗糙地模仿成人拍桌子的动作。9—10个月小儿能发现当着他的面用布遮起来的物体。会模仿挥手作"再见"。12个月小儿能用玩具作简单游戏。1岁以上的小儿便更会模仿，对他人日益了解和敏感，积极操纵可利用的物体。

学前期小儿在人际交往方面发展很快。3岁小儿会参加其他孩子的活动，能作集体游戏。4岁起能作扮演角色的游戏。小儿自我服务能力也逐渐发展，如自喂饮食，自己穿或脱衣裤、鞋袜，扣钮子等。学前期小儿逐渐懂得自己会变成大孩子和成人，此期后阶段小儿开始寻找合适的学习榜样，当然最易接近的榜样是父母及其他家庭成员。因此父母自身的行为是非常重要的。

儿童心理特征

心理活动出生后不久就开始出现。随着年龄增长，心理活动逐渐变得复杂。不同年龄阶段的儿童有不同的心理特点，这是在一定社会和教育条件下，在各个年龄阶段所形成的一般的、典型的、本质的心理特征(mental character)。

0—1岁婴儿心理发展 新生儿一出生主要依靠皮质下中枢控制的非条件反射来保证自己内部器官和外部条件的最初适应。出生不久便能视、听、嗅、尝，遇到饥渴、寒冷或其他不适会哭。9—14 d的新生儿产生第一个条件反射——当母亲把其抱起时即作吸吮动作，标志着作为个体的人的心理、意识的最原始的形态。

生后第一年婴儿身心各方面都获得飞跃发展，主要表现在以下各方面：

（1）感觉发展迅速(见"儿童神经发育"条)。

（2）开始出现知觉：从5—6个月起出现对复合刺激物(即整个物体)进行分析综合的知觉活动，如与眼协调运动。1岁儿能认识物体的永久性，如企图寻找移动了或隐藏起来的物体。

（3）开始出现注意：从第三个月起开始明显地注意。

（4）记忆产生和发展：此阶段的记忆纯粹是无意记忆。5—6个月的小儿可再认妈妈，以后再认范围逐渐扩大，再认时间也逐渐延长(最初再认间隔仅为几天)。重现尚未发展。

（5）情绪发生和发展：新生儿期消极情绪较多，2个月后积极情绪渐增。

1—3岁小儿心理发展 在第一年身心发展的基础上，幼儿期儿童的心理发展水平有了极其重大的变化，主要有以下特点：

（1）掌握新动作，开始了最初的游戏：此时的游戏是极简单、贫乏而片段的，仅模仿成人生活中个别的动作，时间亦短。到了此期末，游戏中才开始出现角色。

（2）言语的发展：可分两个阶段：第一阶段(约从1岁末到1岁半)为理解语言阶段，小儿对成人言语的理解

发展很快，但小儿本身积极的言语交际能力发展较慢。第二阶段(约从1岁半到3岁末)为小儿积极的言语活动发展阶段，3岁末已能使用各种基本类型的句子(简单句和某些复合句)。

(3) 感知觉逐步发展：感觉发展主要在视、听觉及皮肤觉方面。知觉发展表现在小儿不断掌握物体的名称，此期末小儿开始有了空间知觉和时间知觉的萌芽，多数3岁小儿仅能辨上下，而不能辨前后左右，时间知觉发展更差，尚不能正确使用表示时间的词儿(昨天、明天等)。

(4) 注意和记忆发展：无意识注意进一步发展，有意识注意刚刚开始。记忆以无意识记忆为主，有意识记忆仅处于萌芽状态。再认能力比前更有发展，1岁时仅能再认相隔几天或十几天的事物，3岁小儿已能再认相隔几十天或几个月的事物。可以重现几星期前的事物。

(5) 思维和想象发生：主要思维特点是它的直觉行动性，小儿思维是在动作中进行的。是与对物体的感知及与其自身行动分不开的。可看到想象的最初形态。1—2岁小儿只有想象的萌芽(仅是生动的重现)，3岁时逐渐产生带有最简单主题和主角的游戏活动，想象开始形成和发展，但想象水平仍很低，内容简单贫乏，想象零散片段。

(6) 情绪和情感发展：此期初小儿情绪主要决定于需要满足情况和健康状况，以后小儿开始有了比较复杂的情感体验，如同情感、责任感、嫉妒、怕羞等。2—3岁小儿情绪和情感变化无常，如大哭随即破涕为笑。尚无稳定的主观意识或个性倾向，易受外界刺激的影响。

(7) 意志行动发生：此期初，小儿行动主要由成人的词来调节，以后就能进一步用自己的词来调节自己的行动，如说"我要"、"我不要"。当小儿开始能在自己词的调节下有意地行动或抑制某些行动时，就出现了意志的最初形态。2—3岁小儿已初步能为了较近的目的而有意地抑制或延迟自己的行动。第三年，小儿表现强烈的独立行动的愿望，要求"自己来"，这标志其意志行动开始发展。

(8) 自我意识萌芽：认识自己、把自己作为主体从客观中区别出来，这是人的个性特征的重要标志之一。小儿出生第一年内没有自我意识，他吸吮自己的手、脚，像吸吮别的东西一样。1岁末开始有了自我感觉。第二年末开始能认识自己的形象(照镜子时知道镜中人即为自己)。自我意识的进一步形成是跟小儿有关自我的词的掌握相联系的，起先知道自己的名字，以后掌握代名词"我"。当掌握"我"时，在自我意识的形成上是一个质的变化，即开始从把自己当作客体转变为把自己当作一个主体的人来认识，意识到自己跟周围其他东西不同，自己有愿望、有支配能力。在与成人交往中，小儿逐步学会对自己的评价，道德判断与道德行为处于初期阶段。

3—6岁小儿心理发展 (1) 动作发展：大运动，能跑、跳、攀登。精细运动，手的动作更灵巧，能书写、绘画、折纸、剪纸等。

(2) 言语发展：此期是一生中词汇量增加最快的时期。从3岁到6岁词汇量增加近3倍，词类范围也扩大，除名词、动词、形容词外，对各种关系词也能逐步掌握应用。语法也有发展：3岁幼儿主要说简单句，复合句刚开始使用；5—6岁已使用大量复合句。幼儿口语表达能力提高很快。言语表达情景性很强，与成人对话多是对答式。一般句子不很连贯。在正确教育下，到了学前晚期，连贯性言语逐渐占主要地位，内部言语也开始产生。这是一种简略压缩的言语，是思考时使用的言语。它和人的自觉性，即人的意识产生直接联系。

(3) 感觉和知觉发展：感觉：视觉发展主要表现在颜色视觉的发展与视敏度的增加。听觉感觉器在教育及小儿活动(音乐、语言作业和游戏等)中发展起来。触摸觉也在教育和活动过程中发展，如对粗细、软硬、轻重等的辨别。

知觉：①空间知觉发展：3岁儿仅能辨别上、下方位；4岁开始辨别前、后方位；5岁开始以自身为中心辨别左右；6岁儿能完全正确辨别上、下、前、后四个方位，而左、右辨别尚未完善。②学前儿时间知觉：发展水平较低，不准确，也不稳定，小儿易掌握与自己生活有联系的、大的时间单位，还不能掌握几点几分。观察力的发展表现在观察的目的性、持续性和概括性都有一定提高。

(4) 注意和记忆发展：注意：学前儿的无意注意已高度发展，而有意注意还在逐步形成中，在正确的教育影响下，到学前晚期，小儿开始具有独立地组织和控制自己注意的能力。

记忆：①无意识记忆和有意识记忆：学前初期小儿的记忆主要是无意识记忆，小儿易记住感兴趣的、印象鲜明强烈的事或物。在教育影响下，学前晚期小儿的有意识记忆和追忆能力逐步发展。②机械识记和意义逻辑识记：学前初期小儿主要是形象记忆。随着年龄增长，意义逻辑识记能力逐步发展，机械识记与逻辑识记又是互相渗透、互相联系的。对难于理解的材料，主要依靠机械识记。对易于理解、熟悉的材料，就能很好地进行意义逻辑识记。③记忆的持久性和精确性：学前儿记忆的持久性有了进一步发展。追认的时间间隔随年龄增长而延长，3岁儿仅能追认数月前之事，4岁能追认1年前之事，4岁后更长。重现也随年龄而发展，3岁儿仅能重现数星期前之事，4岁重现事物时间为数月，4岁后则更长。学前儿记忆的精确性较差，故易被成人误认为说谎。

(5) 思维的发展：3岁前小儿主要依靠动作进行思维。学前期小儿的思维存在三种形式：动作思维、形象思维与逻辑思维。其中动作思维随年龄增加而逐渐减少，但解决问题时常需借助动作，如3—4岁小儿数物时常需用手指抓或点。形象思维已占主导地位，形象思维主要凭借具体形象的联想来进行，考虑问题易为某个显著的表面特征所影响。抽象逻辑推理进行的思维较少，仅能对生活中十分熟悉的现象作逻辑思维。

(6) 想象的发展：学前儿想象的发展与其游戏活动发展有关。他们想象丰富，想象中的有意性和创造性正在逐步发展，但无意性想象仍占主要地位。想象的主题易变化，游戏时看到什么玩具就作什么游戏，容易见异思迁，中途变卦；想象有时与现实分不清，甚至把梦中的情景当作真实的东西；想象具有特殊的夸大性，喜欢夸大事物的某些特征或情节；以想象过程本身为满足，富于幻想性。学前晚期想象的有意性逐渐增加，想象逐渐成为一种相对独立的心理过程，并能服从于一定的目的。学前期再造想象占主要地位，创造想象正在发展，基本上重现生活经验。学前晚期小儿想象的创造性显著发展，在游戏中能主动提出情节、角色分配等。

(7) 情感的发展：学前初期小儿一般情感不稳定，富有易变性和冲动性。易变性即易受外界事物支配，易受他人情感影响。冲动性表现在不善于控制、调节自己的情感。随着年龄增长，在正确教育下，小儿情感的稳定性和有意性逐步增加。学前晚期小儿的情绪虽仍易受外界刺激的影响而迅速变化，但与各种事物有关的稳定的情感在不断发展，如爱父母、爱朋友、爱劳动等。同时他们或多或少能有意控制自己的情感及情感的外部表现。此阶段小儿社会性情感也开始产生和发展，如道德感、美感、理智感等。

(8) 意志的发展：学前初期小儿由于言语、思维发展还很不够，意志的自觉性、坚持性和自制力等都还很差，行为易受外界事物或情绪的影响而变化，在游戏中破坏规则之事屡有发生。学前晚期小儿在教育影响下，由于言语、思维不断发展，其意志的自觉性、坚持性和自制力都有较大发展。小儿开始能使自己的行动服从于某个目的，而不受外界干扰。在游戏中能较好地扮演角色。

(9) 个性和道德品质初步形成：个性即一个人比较稳定、比较经常的心理特征，性格和能力是个性的主要表现。3岁前小儿的个性特征已有差别（如有的好动，有的好静），但尚未稳定，且差别的范围也相当窄。学前期小儿已开始出现一些比较稳定的心理特征和个性倾向性，个性初步形成。具体表现在性格与能力上：小儿的性格差异也很明显，如外向与内向、自信与自卑、喜动与好静等；而各人的能力差异亦已显露，在游戏中能力强者常居于领导地位，能力弱者乐于受指挥。

学前期小儿的道德行动、道德认识初步形成。此期小儿已具备有一定的是非观念，但评定某行动时，总是就事论事，道德认识带有具体性和形象性。学前晚期能初步按照社会规定的道德标准来评定行为。

儿童精神卫生

健康不仅指躯体方面，而且也包括精神卫生（mental health）方面。小儿身体和精神同时健康成长，才能成为有用之才。

合理教养 婴幼儿期身心迅速发展，故合理教养极为重要。教养包括教育和养育两个方面。①合理的生活制度是保证小儿健康的重要因素，应根据小儿年龄特点，安排足够的睡眠、合适的饮食、充足的户外活动和愉快的游戏。②早期教育：必须制订教育计划，应遵循小儿神经精神发育的规律，并考虑个体差异，不能要求过高，拔苗助长。③教育方式：以鼓励和启发诱导为主。④家长（包括其他家庭成员）、保教人员及老师对小儿的要求、教育方式及态度应一致，并应以身作则。⑤对小儿的态度：既要和蔼，又不可无原则迁就，既要关心爱护，又要严格要求。

新生儿一出生，母婴间相互作用就开始逐渐发展，通过母婴交流，情感依恋逐步形成。当母亲（或照管者）以鼓励、爱抚、信任的方式对小儿加以照顾时，小儿就会有满意的安全感。照管者对小儿行为反应的一致性和及时性都很重要；反之，如母亲（或照管者）照顾不当，小儿正常或合适的行为未能得到成人应有的反应，就可能感到自己无法通过行动来作用于环境，这对其将来的情感发展是不利的。对6个月内的婴儿日常生活护理中，应增加精神接触，如逗笑、对话，以促进小儿社交性微笑及发音。应提供玩具让小儿抓握，并让小儿听音乐。8—9个月起可教以学发音。1岁以内的婴儿已表现出不同的气质类型，父母应尽早掌握自己孩子的气质特点，并积极调整自己的行为节律，以与之相协调。

1岁半以后小儿言语迅速发展，故应教其正确的发音和合乎语法规则的正规语言，不宜用不规范的"儿语"来教他。大小便习惯的培养一般在1岁半左右开始进行。2—3岁小儿喜发问，应利用此特点讲授知识，并开始进行行为道德教育，帮助其形成良好的行为习惯。不要单讲抽象的道理。

学前期小儿由于身心各方面的发展，初步产生了参加社会生活的愿望，成人应让他自己吃饭、穿衣、收拾玩具等。白天在托幼机构过集体生活，这对他的智能及社会心理（情绪、性格、人际关系等）发育均有帮助。3岁前小儿一般对父母比较顺从，将近3岁时，主动性、独立性就明显表现出来。父母应顺应其自信和独立性，并创造条件让他发挥能力。对他的成功适当鼓励和表扬，但在原则问题上，不能迁就和让步。

游戏是婴幼儿的基本活动，也是促进其认识、情感、意志和个性品质迅速发展的最重要手段。对婴幼儿的游戏只能鼓励不能压制，要为其创造良好条件，如提供玩具、帮助自制玩具等。还应给予必要的指导和启发，引导他们模仿生活中健康、美好的成分，尽量避免消极的东西（如斗殴、接吻等），通过培养来提高幼儿的道德认识和道德行为。识字、计数等可采用生动活泼的游戏方式进行，不宜采用填鸭式教育。同时可更多地利用音乐、舞蹈、绘图、剪纸、集体活动等来促进小儿的智能，并注意培养小儿良好的性格与道德。

不应虐待儿童 虐待儿童的现象在中国虽不多见但偶有发生，多见于环境不良的家庭、父母感情破裂而把怨气发泄到儿童身上的家庭，或有伤残的儿童、继子或继女等。此时，儿童受到父和(或)母、保护人或照管人不良的对待，包括：①躯体虐待：儿童遭受非偶然的损伤，包括挫伤、烧伤、头部损伤、骨折等，均由体罚所致。②营养剥夺：忽略喂养或故意喂养不足，造成儿童体重不增、生长落后。③性虐待：包括乱伦(与儿童有家族关系的成人强迫儿童与其性交)、鸡奸(肛门性交)、口—生殖器接触、抚弄生殖器，受害者多为女孩。④故意给药或投毒：给儿童服用有害药物，或麻醉品等非法药物，或为杀死儿童而故意投毒。⑤疏忽治疗：对可治疗的疾病(多为慢性病)不给予应有的治疗。⑥照管不周，忽略儿童安全。⑦情感虐待：经常呵斥打骂、精神摧残等。对遭受虐待的儿童的身心损害需给予相应的治疗，并进行随访。应教育、帮助家长对孩子树立正确的态度，懂得爱护孩子，采取正确的教养方式，必要时可诉诸法律。

儿童早期教育

早期教育(early education)系指在儿童身心发展十分迅速的早期，不失时机地进行有目的、有计划、有针对性的启蒙教育，及时挖掘儿童的智慧潜力，使他们的先天禀赋得到最大限度的发挥。

早期教育的原则：①从儿童身心发展的年龄规律出发，采取内容和手段都"略为超前"的教育。但早期教育必须适度。②抓住儿童身心发展最迅速的良好时机，提供条件给儿童以充分、及时地发展智慧潜力的机会。③早期教育是挖掘儿童身心发展潜力，而不是强加于他们；是促进儿童的自然发展，着重启发教育，而不是强求系统化，因此，教育内容应是儿童可以接受的，与儿童生活密切有关的事物。④早期教育不仅让儿童多学一些知识，更重要的是要唤起儿童的兴趣及求知欲等内在因素。所以，必须根据儿童身心发展的年龄特点，进行生动、具体、形象化的教育，既要注意趣味性，又要富于启发性。不能少年化，更不能成年化，寓教育于游戏及故事中是最好的形式。⑤要特别注意儿童身心发展的个体差异，有的快，有的慢，要因人施教，不能片面强求一致。

不同年龄儿童的早期教育重点不同。一般说来，对1岁以前的婴儿应着重进行感知觉方面的训练，1—2岁儿童以言语训练为主，2—3岁的儿童应开始进行认知能力的培养。①1岁以内：给予及时、适当的刺激，锻炼婴儿各种感官及有关的神经系统。如通过移动手指或色彩鲜艳的玩具让婴儿的眼睛跟踪注视，以锻炼视觉；通过唱催眠曲、对着婴儿逗笑或讲话来锻炼听觉；通过让婴儿握成人的手指、抓"拨浪鼓"等玩具来锻炼触觉，促进他们的感知觉能力发展。②1—3岁：1岁以后就应重视发展儿童的言语，以口头言语为主。虽然此时儿童还不会讲话，但成人讲的每一个词、每一句话对他们都是一次语言听力训练。同时要尽可能地让他们认识具体事物，先学说事物的名称，如眼、耳、鼻、口、桌、椅等，注意教儿童正确的语言。以后逐渐教儿童动词、形容词、副词等。先教简单句，后教复杂句。最好结合实际情景教，并在可能的情况下让他们自己动手去做，以提高儿童对口语的理解能力和积累词汇量。1岁半左右是儿童语言发展的快速时期，成人可在儿童1岁左右就采用游戏的方式训练他们的发音、表达及对语言的理解。2岁左右的儿童最爱听故事，因此可在1岁半后开始给他们讲简单的小故事，还可提出浅显易懂的小问题，培养他们的表达能力和理解力。2—3岁的儿童可逐渐启发其简单思维。③3岁以后，应重点寓教育于游戏和故事之中。作游戏可促进儿童以上各种能力。此时还要多给儿童进行语言交际的机会，鼓励他们多说话，提高口语表达能力。3岁以后的儿童活动范围明显扩大，因此要利用这一时机注意扩大他们的眼界，广泛开展观察活动，利用周围环境和千变万化的大自然，引导儿童观察各种事物和现象的变化。随年龄增长逐渐增加学习机会，并从游戏和日常活动逐渐过渡到较系统的学习，如认字、写字、画图、数数及运算等。

此外，儿童学习某些知识是有"关键年龄"的，若错过这个年龄则不易学好。一般说来，音乐、美术及体育的学习，从幼儿期开始为好。外国语的学习也是越早越好，为避免与本国语言混淆，宜在3—8岁开始。阅读能力的培养在5—6岁之前即可开始，因为4岁是形象知觉的敏感期。5岁之前也可以开始进行数的概念的教育

独生子女教育

独生子女教育(single child education)必须首先要认识独生子女的特点。独生子女与非独生子女在受先天遗传影响方面没有什么不同，他们又都处于相似的社会和学校的环境中，唯一不同的是家庭环境。独生子女的家庭环境有三个显著特点：①没有兄弟姐妹作同伴。②家庭经济和物质生活条件相对较为优越。③父母(包括祖父母)对独生子女抱有特殊心理和思想感情。

从以上三个家庭特点出发就可形成独生子女家庭教育环境中的两个积极因素和四个消极因素。两个积极因素是：①大多数父母对独生子女都有深切的爱，对他们期望都很高，望子成龙的心情特别强烈。②家庭物质基础较优越，家长重视教育投资，也肯为教育孩子化时间和精力。因此，独生子女一般都具有较强的进取心、好胜心、优越感和自豪感，有利于孩子发展乐观开朗的个性和进取向上的事业性。但独生子女家庭也往往会出现下列各种消极因素：①由于物质生活优越，使独生子女在吃、穿、玩、学等方面都能得到最大满足，稍不注意就会养成他们挑吃挑穿等不良习气，而不容易培养勤俭朴素的作风。②在生活上家长给予独生子女无微不至的关怀，事事包办

代替，使他们失去锻炼的机会，故独立生活能力差，心理上也表现为依赖性大。家长怕孩子受累辛苦，从不要他们作家务劳动，故劳动观念也差，这对他们形成健全的个性和培养动手能力有极大的妨碍。③思想感情上父母(包括祖父母)常对他们倾注自己全部的爱，把他们视为家庭中唯一的中心——"小太阳"，因而容易走向溺爱，促使孩子滋长"唯我独尊""以我为中心"的不良思想。认为别人都应该给他做事，什么都应让他得到最好的，养成娇、骄二气、怕脏怕累，一不如意就大发脾气，在家中称王称霸，从来没有考虑他要为别人服务，要体贴其他人的情感，这种自私自利的不良品性会使孩子一生受害匪浅。这都是由于家长在养育过程中忽视了品德教育的结果。④家中没有兄弟姐妹等伙伴，使他们失去了同伴间互相帮助、团结友爱、共同分享等融洽气氛的熏陶和思想感情交流的机会，家庭中活动单调，经常处在冷寂之中，形成孤僻、任性、不合群等性格弱点。这种畸形心理往往使他们今后进入社会不能适应正常的人际交往，变得幼稚、胆怯、离群。这是独生子女比较突出的问题。总之，这些弱点都不是他们与生俱有的，而是在家庭环境中逐渐养成的，这与家长对独生子女的特殊心理和思想密切有关。因此在独生子女教育中如何注意发扬其特点中的优势，预防和克服特点中的不良倾向是十分关键的。

家长在教育独生子女时既应遵循一般教育子女的原则，也要着重把握独生子女的特点。首先要端正教育动机，即为国家民族培养德智体美全面发展的下一代，要掌握科学的教育方法，按孩子身心发展的规律去进行教育。对自己给予孩子的爱和感情要有分寸，善于调控，要从长远利益出发，真正地爱他们，避免溺爱迁就，要尊重孩子的个性发展，培养其独立创新能力，但也不能放任自流，要启发诱导，坚持原则，持之以恒。要时时警惕，克服溺爱、放任、管制型的家庭教育而执行科学的有修养的家庭教育。要利用独生子女家庭较丰裕的经济条件和父母较高的期望和较充沛的精力和时间为孩子创造一个良好的教育环境。和睦、融洽、文明的家庭气氛对孩子心身健康十分重要。家庭成员中思想要统一，行动要协调才能同心协力来教育好孩子。为弥补家中无兄妹同伴的缺陷，要多鼓励孩子与邻居儿童和同学来往，多让他们参加集体活动，多让孩子有机会接触社会上的人，常带他们走亲访友、上街购物等，以锻炼他们社交能力和培养合群的品德性格。品德教育应作为独生子女教育中一个突出重点，因为四个消极因素都与品德培育有关，而其根源都在家长的溺爱。要从小教育孩子尊重他人，愿为别人服务的品德，勤劳俭朴的精神和独立工作的能力，要时刻注意防止出现娇、骄二气，千万不能在家庭中形成以孩子为中心的气氛。总之，独生子女的教育应按其特点来进行，并应从小抓起，才能事半功倍。

正常小儿营养素需要量

正常小儿尤其是婴幼儿所需的营养素，以每日每千克体重计算，相对比成年人多，正常小儿各年龄阶段每日所需的能量、蛋白质、主要维生素和无机盐的量见附录三"推荐的每日膳食中营养素供给量"(中国营养学会 1988年10月修订)。该供给量中将婴儿和儿童的营养素供给量根据年龄作了较细的分组。

一般来说，正常小儿脂肪、碳水化物和水的需要量如下：

脂肪：婴儿每日每千克体重需要脂肪约 4 g，6 岁以上需 3 g。

碳水化物：1 岁以内婴儿每日每千克体重需碳水化物 12 g，2 岁以上需 10 g。

水：每日每千克体重需水量婴幼儿为 100—155 ml，3—7 岁时约需 90—110 ml，10 岁时约需 70—85 ml，14 岁时约需 50—60 ml。

婴儿喂养

婴儿是人的一生中生长最快的时期，需要摄取大量相应的营养成分。乳类是含有各种营养素最丰富的食物且能适应婴儿的消化功能，故是较合适的主食。婴儿喂养(infant feeding)的方式分母乳喂养、人工喂养和混合喂养。

母乳喂养　母乳是乳儿最适宜的天然营养品，含有婴儿所需要的各种营养素，且适合婴儿的消化能力。母乳中各种维生素的含量高于牛乳，无机盐的含量虽不多，但能充分利用。此外，还含有消化酶和抗体。直接哺乳可以减少细菌污染的机会。一般母乳喂养充足的婴儿，前半年生长发育比较好，后半年的生长发育则与是否按时添加辅食有关。

为鼓励增加吸吮次数，新生儿期可随时哺喂母奶，不一定强调定时，以后随着婴儿长大，可以逐步养成定时哺乳习惯。

婴儿一般应在 1 岁左右断奶，婴儿在健康的情况下从 6 个月起逐步增加辅食，如用粥、烂面、软饭等，一次次的代替母乳，尽可能不骤然断奶，更不宜在患病或夏季断奶。

人工喂养　用人乳以外其他乳品或代乳品哺喂婴儿，统称人工喂养。其主要缺点是哺喂麻烦，费时费钱，且对消化力弱的婴儿容易引起腹泻，如配制恰当，也能供给婴儿营养，满足小儿生长发育的需要。

常用的乳品和代乳品　(1) 牛奶：牛奶是婴儿良好的营养品，蛋白质含量多，但只有 1/5 是乳白蛋白，4/5 是酪蛋白。酪蛋白所含必需氨基酸与乳白蛋白组成不一致，而且凝块较大，不易消化。因此新生儿喂牛奶必须稀

释，牛奶与水比为3：1或4：1。满月后方可喂全牛奶。牛奶中的脂肪以饱和脂肪酸为多，脂肪球也较大，不利于消化吸收；牛奶中乳糖含量较低，故喂养时需加入5%—8%的蔗糖。同时牛奶易受污染，必须煮沸，既可灭菌又可使蛋白颗粒变细，易于消化。牛奶中白蛋白很可贵，但煮沸时凝固沉淀。牛奶的喂养量，可按婴儿体重计算，约每天每千克体重需100—120 ml，分5—7次哺喂。

(2) 其他乳类：如马乳、羊乳也是婴儿良好的乳品。羊乳的乳白蛋白较牛乳稍多，脂肪球亦小，但含维生素B_{12}和叶酸量较少，用来喂养小儿易患营养性大细胞性贫血，故需同时补给适量维生素B_{12}和叶酸。

(3) 全脂奶粉：是鲜牛奶浓缩制成的干粉，在缺乏鲜乳地区可采用，但需调配恰当。一般奶粉是由4 kg牛奶浓缩成0.5 kg干粉，所以按重量调配为1：8，但习惯上为便于冲调常按容量计算为1：4。近年来已有部分乳品厂生产母乳化婴儿奶粉，主要是通过调整奶粉中营养素含量，使营养成分更接近母乳，以适应婴儿生理需要。

(4) 蒸发乳(淡炼乳)：是将鲜牛乳蒸发浓缩一半后制成罐头，用时加一倍开水即成牛乳。

(5) 豆浆：黄豆蛋白中含有各种必需氨基酸，铁含量亦较多，0.5 kg黄豆加4 kg水磨成豆浆，加适量糖，煮沸后，也可用于较大婴儿。

(6) 豆代乳粉：是在米粉或面粉中加入适量处理的黄豆粉、植物油及钙、磷、维生素等。其营养基本能满足婴儿生长发育需要。

人工喂养注意事项　首先要选择好代乳食品，开始时先小量喂养，以后增加到需要量，其次要定时定量。3个月内的婴儿每3 h一次，3个月以上则4 h一次。所用食具要煮沸消毒并保持卫生；并要适当提早添加各种辅食。

混合喂养　在母乳不足或逐渐断奶期，采用部分母乳喂养和部分用代乳品或糊类(包括奶糕)补充的混合喂养法。如果母乳不足，宜在每次哺乳后补充，以维持母乳的分泌，称为补授法。在断奶期，则可每数日递减哺乳一次，而用代乳品及其他食物完全代替，称为代授法。

婴儿辅助食品　随着婴儿发育长大，仅用乳汁不能满足生长发育的需要，必须随着婴儿牙齿的萌出，消化功能的逐步完善，逐渐添加辅助食品(辅食)，使流质食物逐步向半固体、固体食物过渡，以补充不足的营养成分，锻炼吞咽和咀嚼功能，并为断奶作好准备。

添加辅食要按月龄进行，1—3个月小儿需添加新鲜果汁。冬秋季节婴儿户外活动较少时，可加浓缩鱼肝油滴剂。3—6个月的婴儿，可添加少量代乳糕或米糊，并可加少量其他辅食如蛋黄、鱼泥、菜泥、水果泥、土豆泥、胡萝卜泥等。6—9个月小儿每天可喂两次粥面类，粥面中加入碎菜、肉末、肝泥、鱼、蛋及豆腐等。也可给些烤面包或烘馒头片等以锻炼咀嚼。10—12个月婴儿可从粥面过渡至烂饭加荤素菜，但仍需保持二至三次乳品，母乳喂养的可考虑逐步减少喂奶次数

添加辅食时应注意：添加的辅食应和婴儿月龄相适应。按婴儿消化能力及营养需要逐步增加，每次加一种新食品，待习惯后，再添第二种。添加新食品最好在喂奶前饥饿时喂才容易被接受　小儿患病时，不要给予新食品，以免引起消化不良。每次添加新食品后，注意消化情况，如大便异常可暂停，过几天再加，小儿消化能力有个体差异，宜灵活掌握增添辅食品种及数量

婴幼儿营养不良

营养不良(malnutrition)又称蛋白质、热量营养不良，是由于喂养不当或患某些疾病，干扰了蛋白质和热量的摄入和消化吸收，从而不能满足生长发育需要所引起的疾病。营养不良主要发生在3岁以前尤其是断乳期乳儿，主要表现为皮下脂肪消失，渐进性消瘦，严重者伴有各系统功能低下和水肿。

病因　(1) 喂养不当：小儿生长发育极为迅速，需要较多的营养物质，如果喂养不当，可使营养不能满足需要，则将发生营养不良。母乳不足时的奶制品调配不当、单纯用淀粉类食物喂养、骤然断奶和断奶期腹泻是造成营养不良的主要原因。此外，不及时添加辅食、不良的饮食习惯、偏食导致食欲减退使进食量不足，也是造成营养不良的原因。

表1　评定营养状况的生化指标

项　目	正　常　值
血清	
总蛋白	60—80 g/L
白蛋白	34—54 g/L
球蛋白	20—30 g/L
胆固醇	3.4—5.7 mmol/L
铁	9.0—32.0 μmol/L
磷	1.3—1.8 mmol/L
钙	2.2—2.8 mmol/L
锌	7.7—23.0 μmol/L
维生素A	0.7—0.9 μmol/L
维生素B_1	0—75.4nmol/L
维生素B_{12}	148—592pmol/L
维生素C	28.4—79.5 μmol/L
维生素E	11.6—46.4 μmol/L
碱性磷酸酶	(7—12个月)1 050—2 010 nkat/L
	(2—5岁)1 030—1 900 nkat/L
尿	
维生素B_1	(1—3岁)>60 μmol/mol肌酐
维生素B_2	(1—3岁)>150 μmol/mol肌酐

(2) 疾病因素：某些疾病可使小儿长期摄入食物不足或摄入后不能充分消化、吸收、利用以及代谢消耗过多，皆可促发营养不良　其中最多见的是消化系统疾病，

如婴儿腹泻、唇裂、腭裂、幽门狭窄及肠吸收不良综合征，而急性传染病如麻疹、菌痢和慢性消耗性疾病如风湿热和结核等亦可造成营养不良。

（3）其他：早产儿、双胞胎和低出生体重儿。生长发育快，相对需要量大，各器官功能发育不良及抵抗力低，若再喂养不当亦易成为发病原因。

临床表现 首先出现生长减慢，进行性消瘦，皮下脂肪松软，肌肉松弛，在大腿内侧及上臂最易发现。小儿无精打采，逗引无反应，技能的发育减慢，达到发育程度的关键年龄推迟，如不治疗则将发展到消瘦型和水肿型营养不良。

（1）消瘦型营养不良：由于蛋白质和热量同时缺乏所引起，常发生于1岁以内的婴儿。有严重的生长迟缓，体重仅在同龄儿的60%以下。肌肉明显消瘦，几乎没有皮下脂肪，有一副"老人面孔"。没有水肿，头发颜色正常，有饥饿感。

（2）水肿型营养不良：单纯由于蛋白质缺乏所引起，多见于1—3岁的婴幼儿。表现为生长迟缓、肌肉松弛，但尚有一定的皮下脂肪。伴有水肿，多见于足和小腿部，脸部常呈"满月脸"。头发呈棕红色或灰色，食欲差，难喂养。

两者均同时伴有贫血和各种维生素缺乏的症状。

诊断：根据饮食习惯及疾病史，就可作出诊断。

营养不良的评价 营养不良应采用综合评价：①临床评价：病史询问包括小儿出生史、疾病史、每天进食种类和数量、饮食习惯、有无偏食等，体格检查应注意有无消瘦、水肿、夜盲、面色苍白等。②生长发育指标测量：体重反映目前营养状况，而身长反映以往的营养状况。③实验室指标：测定小儿体液或排泄物中各种营养素及代谢产物或其他化学成分。必要时作氮平衡试验、营养素负荷试验等，并将测定值与正常值相比（表1）。④生理功能测定：如怀疑缺铁性贫血时测肌肉耐力；维生素B_1缺乏时，测肌电图。⑤营养调查：必要时进行，可了解食物摄入情况，根据分析确定营养不良程度（表2）。

表2 营养不良分类

症状	初生—2岁			3—6岁		7—14岁	
	第一度	第二度	第三度	轻度	重度	轻度	重度
体重低于正常平均值%	15—20	25—40	>40	15—30	>30	20—30	>30
皮下脂肪（cm）							
腹部	0.8—0.4	<0.4	消失	减少	明显减少或消失	减少	明显减少或消失
臀部	无明显变化	明显变化	消失或接近消失	减少	明显减少或消失	减少	明显减少或消失
面部	无明显变化	减少	明显减少或消失	减少	明显减少或消失	减少	明显减少或消失
临床表现							
消瘦	不明显	明显	"皮包骨"	轻度	严重	轻度	严重
精神萎靡	无或轻微	轻微或明显	严重	轻度	明显或严重	轻度	明显
不安或呆滞		明显					
肌肉松弛	轻微	明显	严重松弛或肌张力高	轻微	严重	轻微	严重
皮肤颜色或弹性	正常或稍苍白	苍白，弹性差	多皱纹，弹性消失	苍白，弹性差	明显苍白，弹性很差	苍白，弹性差	明显苍白，弹性很差

预防 加强儿童保健工作，宣传育儿知识，进行营养指导，提倡母乳喂养。母乳不足时应及时添加代乳品如牛奶、羊奶、豆浆等。在4—6个月时应及时添加各种辅食，并逐渐增加摄入量。应培养良好的饮食习惯，不偏食、不吃零食。要合理安排生活制度，保证充足睡眠，进行体格锻炼，增强体质。要按时预防接种，矫治先天畸形。如已出现轻中度营养不良，应积极改进饮食，每餐增加蛋白质和能量食品，尤其是动物蛋白质和油类。少量多餐，增加食物的种类，监测小儿的生长和健康情况。如发生严重营养不良则需住院治疗。

维生素A缺乏症和维生素A中毒

维生素A缺乏症（vitamin A deficiency）是一种全身性疾病，其病理变化主要为全身上皮组织角化变性，尤以眼结膜和角膜为著。临床主要表现为夜盲、角膜干燥和溃疡等眼部症状，严重者可迅速发展为角膜穿孔导致失明，年长儿则可伴有皮肤干燥、脱屑和鸡皮样棘状丘疹等角化表现，但有时亦可不伴眼部症状。本病各年龄组均可发病，但以婴幼儿最多见。维生素A摄入过多可出现烦躁、呕吐、嗜睡和前囟隆起等中毒症状。

维生素A缺乏症 婴幼儿维生素A的日需要量约为1 500—3 000 IU(1 IU相当于0.3 μg视黄醇当量),年长儿及成人为3 000—5 000 IU。维生素A在各种动物脂肪中含量丰富,乳类和蛋类中亦较多。此外,在黄、红和绿色蔬菜(如胡萝卜、番茄、豆类和青菜)中含有胡萝卜素,可在小肠转化为维生素A,其中以β-胡萝卜素最好。婴幼儿长期单纯以淀粉类食物喂养而又不及时添加辅食可造成维生素A缺乏。维生素A属脂溶性,消化道疾病(慢性腹泻、肝炎和先天性胆道闭锁等)可使其在肠道的消化吸收降低,麻疹、结核病等慢性消耗性疾病不仅影响维生素A的吸收利用,而且增加了维生素A的消耗,若不及时防治易发生维生素A缺乏。

防治:首先应注意合理喂养。对以淀粉类食物喂养为主的婴幼儿和离乳儿,应及时添加富含维生素A的食物。患消化道疾病或慢性消耗性疾病的小儿应常规给3 000—5 000 IU的维生素A制剂以防发生维生素A缺乏症。

凡有喂养不当、消化道疾病或消耗性疾病的患儿,一旦出现夜盲、眨眼、畏光或皮肤干燥表现时,即应疑为本病而应及早给予足量维生素A治疗。轻症及无消化道吸收障碍者可给予各种浓缩维生素A制剂25 000—50 000 IU/d口服。重症或有消化道吸收障碍者应给予维生素A水剂,每日10 000 IU/kg口服,或用维生素AD注射剂,每日0.5—1.0 ml深部肌注,5 d后再改为维生素A水剂25 000 IU/d口服,直至眼部症状消失后改为预防量继续服一二个月后停药。在急性期,除全身治疗外还应注意眼部治疗,双眼可滴鱼肝油和抗生素眼药,有角膜溃疡者还应滴1%阿托品扩瞳以防虹膜粘连。

维生素A中毒 维生素A使用过量可致中毒,按病因可分为急、慢性两种,前者为一次大量摄入引起,24 h内即可出现颅压增高症状,表现为烦躁、呕吐、嗜睡和前囟隆起等。慢性中毒较常见,多为在治疗佝偻病时不适宜地使用维生素AD合剂所致,市售某些鱼肝油制剂中维生素A的比例远远大于D,当按照治疗量的维生素D投药时,同时摄入的维生素A可致中毒。临床可表现为烦躁、发热、腹泻、毛发脱落、皮肤瘙痒、脱屑和色素沉着以及四肢骨痛、头颅双侧颞部突出。有时伴有肝、脾和淋巴结肿大、黄疸等。X线可出现特异的骨性改变。因此,在使用维生素A及其合剂时应注意剂量准确,一旦发现维生素A中毒即应停药,一般一周后症状可明显改善。

维生素D缺乏症和维生素D中毒

婴儿在得不到充足日照而又未补充含维生素D的食物时容易发生维生素D缺乏症(vitamin D deficiency)。此时由于体内甲状旁腺的调节反应不同,可导致以骨样组织钙化障碍为主或以血清钙明显下降为主的两种不同病理改变。临床上分别表现为佝偻病和手足搐搦症,前者以骨骼改变(方头、乒乓头和胸廓畸形等)为主,血钙下降不明显;后者则因血钙下降导致局部肌肉抽搐或全身性痉挛,婴儿易发生喉痉挛,严重者可窒息死亡。本病的发病率,北方常高于南方。维生素D摄入过多可出现发热、厌食、精神不振等中毒症状。

维生素D缺乏症 维生素D在体内的主要作用是调节钙磷代谢,促进钙磷吸收和骨的形成。由紫外线(日光)作用于储存在皮肤表面的7-脱氢胆固醇转化而来的内源性维生素D_3是人体获得维生素D的主要途径。在鱼肝油、蛋黄等动物性食物中的D_3和某些植物中的D_2,作为外源性维生素D,是内源性供应的补充形式。无论是外源性或内源性维生素D,均需在体内经肝脏和肾脏的羟化才具有生物活性。

维生素D缺乏症表现的血钙降低和骨质脱钙等钙磷代谢失常,其主要原因并非体内钙的来源障碍,而是失去维生素D的促进调节功能所致,因此本病的预防应着重于补充维生素D而不是单纯补钙。实际上乳类或食物中的钙一般是可以满足生理需要的。预防维生素D缺乏,最经济有效的方法是多晒太阳。孕妇、乳母及小儿均应尽可能晒太阳。此外,小儿出生后1个月至2岁期间,应常规口服每日0.01 mg(400 IU)的维生素D进行预防。对不成熟儿、双胎儿在开始时剂量可适当加大,北方或阳光较少的地区可适当延长给药时间。

治疗活动期佝偻病应给予治疗量的维生素D制剂。一般为每日口服维生素D 0.25—0.5 mg(10 000—20 000 IU),约1个月左右可见效,此时再改为预防量继续服。也可用大剂量突击疗法,一次用$D_2$40万IU或者$D_3$1.5 mg(60万IU)肌注或口服,严重者两周后可再重复一次。突击疗法后2—3个月内不再用预防量。维生素D对佝偻病后遗症者无疗效,较轻的骨骼畸形在生长中可自然矫正。手足搐搦症的治疗与佝偻病不尽相同,迫切的问题是血钙过低,在治疗上首先要通过静脉给予钙剂;然后再补充维生素D。症状缓解后可改为葡萄糖酸钙或乳酸钙口服,并加入维生素D治疗。对于全身性痉挛和喉痉挛者还应立即给予镇静止痉药物。

维生素D中毒 过量使用维生素D可引起多脏器的钙盐沉着,患儿表现为发热、厌食、精神不振和肾功能衰竭等,血清钙超过3.0 mmol/L,X线显示骨钙化带致密增厚及某些脏器上有钙化影。预防维生素D中毒,关键在于严格掌握用量,切忌多次短期注射维生素D制剂。一旦确诊本病,应立即停药并避免阳光照射,给予低钙饮食以防病情进展,同时进行对症处理。

微量元素缺乏症

某些微量元素在体内物质代谢中有重要的生理作用(见"微量元素"条),对婴幼儿健康影响最大的有铁(见"儿童缺铁性贫血"条)、碘、锌、铜、氟等。本条仅介绍碘和锌缺乏症。

碘缺乏症 碘是合成甲状腺素的主要成分。甲状腺素在体内具有促进蛋白质合成、调节能量转换、加速生育发展、维持中枢神经系统的发育和成熟等功能。碘缺乏可直接减少甲状腺素的合成而影响上述功能，并根据发病的年龄表现不同的类型。出生后长期中度缺碘可刺激甲状腺代偿性增生，引起地方性甲状腺肿。如果母亲孕期缺碘，可以造成胎儿甲状腺合成不足而严重影响中枢神经系统的发育，从而导致地方性克汀病，临床上可分为以智力低下、听力障碍、强直性运动障碍等神经系统症状为主的神经型和以四肢短粗、特殊外貌、体格与智能发育落后等甲状腺功能低下为主要特征的粘液性水肿。

碘的摄入主要靠水和食物供应，在某些内陆山区，由于地质原因而致土壤和水中含碘量甚低，从而食物中含碘也低，造成碘摄入不足；食物或水中的钙或氟含量过高可影响碘在肠道的吸收而引起缺碘。在缺碘地区广泛应用碘化食盐、在井水中加碘等措施可以有效地减低地方性甲状腺肿的发病率，并能使已发病者症状缓解。地方性克汀病后果严重，因此对患有地方性甲状腺肿的妇女要积极治疗，在妊娠期应多食含碘丰富的食物，如海带等。在出生后再用碘治疗地方性克汀病已不甚有效，因此对患有地方性甲状腺肿孕妇生产的婴儿，要密切观察，一俟发现甲状腺功能低下，应及早在医生指导下服用甲状腺素片，且必须终身服用。

锌缺乏症 锌与体内200余种酶的活性有关，对蛋白质和核酸合成有重要作用，因此缺乏锌可影响生长发育速度，降低味觉和食欲、减缓创伤组织的修复能力，抑制免疫功能和性功能低下等一系列病变。

体内锌的来源通过食物摄入，无论是动物性食物或植物性食物，几乎都含有锌。一般动物性食物中锌含量高且易吸收利用，乳类含锌量较丰富，尤其是初乳中。人乳锌含量虽低于牛奶，但其锌较牛奶易于吸收，故生物活性优于牛奶。食物中植酸盐和纤维素可干扰锌在肠道的吸收。婴幼儿和儿童生长发育迅速，锌的需要相对增多，如饮食中缺乏富含锌的动物性食物或婴儿断乳改吃牛奶后不及时补充锌，容易导致锌缺乏。

防治：母乳喂养可以有效地防止婴儿缺锌，应大力提倡。断乳后儿童应注意补充动物性食物，避免长期食用含高植酸盐或纤维素的食物。低出生体重儿和营养不良恢复期儿童锌需要量明显增多，应该给予锌制剂预防发生锌缺乏症。此外，对患有肠道吸收不良、慢性腹泻等消化道疾病患者在营养治疗同时，要注意锌的补充。对缺锌患儿的治疗一般用硫酸锌制剂，目前比较适宜的方法是配制成含1%硫酸锌的复方维生素B合剂，每日口服0.5—1.0 ml/kg；也可用硫酸锌片剂，每日5—10 mg/kg；一般疗程为3—6个月，在服用4周后如无效，应停药寻找原因。硫酸锌可对胃粘膜造成损伤，故应在餐后或进餐时服用。

儿童缺铁性贫血

儿童缺铁性贫血(iron deficiency anemia)是由于体内贮存铁缺乏，影响了血红蛋白合成所引起的一种小细胞低色素性贫血。世界各地的发病率相差很大，可发生于各种年龄，尤多见于6个月至3岁的婴幼儿。发展中国家婴幼儿缺铁性贫血发病率为25%—66%。

病因 (1) 体内贮铁不足：出生足月儿储存的铁量可供生后4个月，早产儿和低出生体重儿则仅够2个月用，以后则依靠外源性铁。如不及时补充极易发生贫血。

(2) 铁摄入不足或吸收不良：除补充每日损失的铁以外，生长发育中的小儿尚需摄入额外的铁以满足生长所需。第一年内每增加1 kg体重约需要铁35—45 mg，生长越快，铁需要量越多。足月小儿出生4个月后应每日补充铁1 mg/kg，早产儿则从2个月起每日补充2 mg/kg。如果不能达到此量，即易发生贫血。长期消化不良、脂肪痢和菌痢可影响铁的吸收，急慢性感染时食欲不振、胃肠道吸收不良都可造成贫血。

(3) 铁丢失过多：每失血4 ml相当于失铁1 mg，常见慢性失血原因为胃肠道畸形、溃疡、肠寄生虫病(钩虫病最常见)。

临床表现 起病缓慢，不易觉察，轻症无明显临床症状，仅表现面色和粘膜苍白。年长儿则主诉头昏、乏力和食欲低下。贫血患儿体重增长减慢或接近正常，给予铁剂治疗后则出现生长加速。注意力不集中，对周围环境不感兴趣，易激惹。缺铁性贫血的儿童学习成绩落后于非贫血者。此外，贫血可损害免疫功能，抵抗力下降，发病率增高。

实验室检查：(1) 铁减少期：铁蛋白(SF)<16(12—20) μg/L(单纯性铁减少)；伴感染时SF<50 μg/L。骨髓涂片染色：髓外铁0－+，铁幼粒细胞<15%。

(2) 红细胞生成铁减少期：上述指标再加上：①红细胞内游离原卟啉(FEP)>500 μg/L全血，FEP/Hb>4.5—6.7 μg/g。②血清铁(SI)<10.7 μmol/L，总铁结合力(TIBC)>48 μmol/L，运铁蛋白饱和度(TS)<15%。③部分可伴MCV<80fl(μm^3)，MCH<27 pg，MCHC<31%。涂片中红细胞大小不一，染色深浅不一等。符合以上三项即可诊断为红细胞生成铁减少期。

(3) 缺铁性贫血期：上述指标再加上Hb<110 g/L。

预防 ①胎儿期预防：增加孕母膳食营养，预防早产儿及低体重儿出生。②鼓励母乳喂养，4个月前尽量不添加奶糕和其他固体食物。③合理安排膳食：及时添加辅食，多吃动物性食物及大豆类制品。注意膳食搭配，多进食促进铁吸收的食物如维生素C、水果和鱼、肉。④药物预防：足月儿自第四个月起每日给铁1 mg/kg，早产儿自第二个月起每日给铁2 mg/kg。⑤进食铁强化饮食：

如铁强化的婴儿食品和铁强化饼干、饮料等。⑥采取综合措施，全面改善营养状况。

小儿肺炎

肺炎(pneumonia)是小儿时期的常见病，以冬春季节发病为多。可继发于上呼吸道炎或气管炎之后，也可以一开始就患肺炎。各种年龄都会患肺炎，但在1—2岁以下小儿特别多见，尤其是患营养不良、佝偻病、先天性心脏病、脑发育不全，以及患麻疹、百日咳后，免疫力低下者易患肺炎。根据1974—1976年12个省市小儿死因调查，5岁以内小儿的死因以肺炎占首位。

病原 常见的致病菌为肺炎双球菌、溶血性链球菌、流感杆菌、肺炎杆菌、大肠杆菌。近年来葡萄球菌有所增加。病毒性发病率也有所上升。常见的病毒有腺病毒、呼吸道合胞病毒、流感病毒、副流感病毒。此外，真菌、支原体等也可引起肺炎。

临床表现 小儿肺炎的症状有轻有重，轻者于活动后发生气急，重者有鼻翼煽动，点头状呼吸，并伴有不等程度的缺氧症状，如唇周青紫及脸色苍白。部分患儿还可伴烦躁不安或精神萎靡、食欲减退、呕吐、腹泻等症状。肺部听诊有细湿啰音。X线检查，肺野出现小片状阴影，可融合成片。有些体弱婴幼儿，因全身反应差，可不发热，甚至体温不升，但气急、紫绀等缺氧症状表现甚为严重，这时病情严重，易突变。肺炎小儿出现突然气急加剧，呼吸60次/min，面色苍白，四肢冷，烦躁不安，心率大于160次/min，心音低钝，或有奔马律，颈静脉怒张，肝脏进行性增大，面部眼睑或下肢水肿，要考虑并发心力衰竭。如患儿出现呼吸困难，三凹征明显，呼吸加快，偶有呼吸节律改变，口唇发绀，轻度烦躁或精神萎靡，需考虑轻症呼吸衰竭，必须进一步作血气分析，并采取适当措施，以防病情发展。

年长儿肺炎常呈大叶性，起病急，突发高热伴寒颤，严重的可出现休克。部分患者诉胸痛，呼吸困难，唇周紫绀。起病时肺部体征不多，仅局部呼吸音减低，以后出现叩诊浊音和管状呼吸音，炎症消散期吸气时则闻及中小湿啰音。白细胞及中性粒细胞明显增高。X线见整个肺叶实变阴影。

预防 (1) 婴幼儿应尽可能避免接触呼吸道感染的病人，向群众宣传儿童有呼吸道感染时不出门，流行季节少串门，不到公共场所去。成人感冒应尽量减少与婴幼儿接触，并戴口罩。小儿患病要做到早诊早治。做好重危病孩转院前处理。

(2) 在呼吸道感染流行季节要做好集体儿童机构的预防工作。隔离患者，加强晨间检查及时发现早期患者。

(3) 做好儿童的计划免疫，减少麻疹、百日咳等传染病并发肺炎。佝偻病、营养不良易得肺炎，要积极防治。

(4) 增强小儿体质，合理的营养，提倡户外活动，接受新鲜空气、阳光；小儿衣着不过厚或过薄；居室每日定时开窗换气；用冷水洗手、洗脸，晚上开窗睡眠，以增强呼吸道的抵抗力。

治疗 (1) 首先要护理好：室内空气流通，保持适当湿度，以防止呼吸道分泌物变干，不易咳出。经常翻身，恢复期应抱起活动。

(2) 抗菌药物：病原未明确时，轻症先用青霉素加磺胺类；对青霉素过敏者改用红霉素或庆大霉素，对年龄小、病情重的选用两种广谱抗生素联合应用，并尽可能静脉滴注。如疑为葡萄球菌肺炎，一般需住院治疗，选用苯甲异噁唑青霉素，加庆大霉素，或用红霉素、洁霉素、先锋霉素等。如疑为流感杆菌、大肠杆菌肺炎时，可选用氨基苄青霉素加庆大霉素。抗生素的选择最好根据痰培养找出病原菌。在无条件情况下，只能根据临床效果，用药3 d后如病情不见好转即需更改。抗菌药物一般用至体温正常后5—7 d，肺部体征基本消失时才停药。病毒性肺炎以支持疗法及对症疗法为主，配合中医治疗，重则采用中西医综合措施。注意隔离，避免交叉感染。

(3) 对症治疗：①气急缺氧者，给氧。②烦躁不安，可用鲁米那或冬眠灵、非那更肌注，以减少氧的消耗；如有心衰，用西地兰等快速洋地黄制剂及利尿剂。③痰多粘稠者，考虑用化痰药。④气雾吸入：地塞米松2.5—5 mg、异丙基肾上腺素1 mg、肾上腺素2 mg、红霉素100 mg、糜蛋白酶5 mg或加用中药鱼腥草。⑤维持水与电解质平衡：高热不能进食者，需静脉补液，总液量按每日60—80 ml/kg计算，钠盐不宜过多，约1/4—1/5张含钠溶液。⑥激素治疗：原则不用，但在中毒症状严重如休克、中毒性脑病、持续高热、呼吸衰竭等紧急情况时可短期应用。

小儿哮喘

小儿哮喘(asthma)是一种较常见的慢性疾患，临床特点为发作性胸闷，咳嗽，多呈典型的呼吸困难伴哮鸣音，病因较复杂，大多在遗传的基础上受到体内外某些因素而激发。患儿多为过敏体质，并有家庭及个人过敏史，如哮喘、婴儿湿疹、过敏性鼻炎等。激发因素包括吸入花粉、尘螨等、呼吸道或其他感染、气候骤变、食物过敏、精神紧张等。

预防哮喘复发的重要措施是避免接触或去除哮喘激发因素，对不能避免的、并经过有关检查证实的抗原性物质，可制成一定浓度的浸出液进行脱敏。凡经常由上呼吸道细菌感染引起的哮喘，可将细菌制成哮喘菌苗预防，核酪的作用与哮喘菌苗类似。此外，应消除患儿的紧张心理。目前认为小儿哮喘属于心身性疾病的一种，因此应消除小儿的心理紧张因素，防止发作。

治疗方法主要是解痉、止咳、化痰和消炎。解痉选用提高呼吸道平滑肌细胞内cAMP水平和/或降低cGMP

的药物，如交感神经兴奋剂异丙基肾上腺素、邻氯喘息定，抗胆碱药物溴化异丙基阿托品，苯碱类药物氨苯碱。对于哮喘急性严重发作，呈持续状态，或反複发作而不能用其他药物控制者，可使用肾上腺皮质激素，除非咳嗽剧烈，一般不用镇咳药。氯化铵、碘化钾或必嗽平等化痰药可使痰液变稀易于咳出。同时存在炎症者可加用抗生素。

小儿腹泻

小儿腹泻(diarrhea)(俗称消化不良)是指2岁以下的小儿由不同病因引起的腹泻和呕吐，严重者可引起脱水和电解质紊乱。近年来本病的病死率显著下降，但腹泻的发病数仍不少，尤以夏秋季为高。在某些条件差的地区，小儿腹泻仍是造成营养不良及死亡的重要病因。

病因 引起小儿腹泻的病因是多方面的，其中最重要的是肠道内感染，常见的病原有细菌、病毒、寄生虫、原虫、霉菌。①细菌：以埃希大肠杆菌为常见，可分为产肠毒性大肠杆菌、致病性大肠杆菌、侵袭性大肠杆菌。其次为鼠伤寒沙门菌、空肠弯曲菌和耶尔森菌。②病毒：轮状病毒是引起秋冬季婴儿腹泻的主要病原。其他有冠状病毒、星状病毒、腺病毒等也可引起小儿腹泻，但发病率不高。③寄生虫：肠梨形鞭毛虫(又名贾第鞭毛虫)和阿米巴原虫。④霉菌：白色念珠菌常继发于营养不良或长期使用激素、广谱抗生素患者。其次为非感染性因素，如饮食不调，吃得太多，食物太油腻，糖分过多或骤然改变饮食习惯等。受惊可促使肠蠕动增加而发生腹泻。

临床表现 可分为轻型和重型。

(1) 轻型腹泻：多见于非感染因素。一天大便在20次以下。呈稀糊状或蛋花汤样。混有少量粘液及不消化奶块。偶有恶心及呕吐。患儿无中毒症状，精神尚好，食欲正常或略减。无明显水与电解质紊乱，多于数日内恢复。

(2) 重型腹泻：多由肠道内感染所致，除有较重的胃肠道症状外，还有较明显的水、电解质紊乱及全身中毒症状。①胃肠道症状：腹泻频繁，大便每日10次以上，水分多，呈蛋花汤样，向外溅射。大便镜检有少量白细胞和脂肪滴。侵袭性大肠杆菌引起肠粘膜炎症、溃疡，引起痢疾样病变，腹泻为脓血便，伴里急后重。呕吐常伴随着病情发展而加重，严重时吃啥吐啥，甚至吐出咖啡样物。中毒症状严重患儿或伴低血钾者可有腹胀。②水与电解质紊乱症状：由于吐泻，水与电解质(钠、钾、氯)从胃肠道丧失，再加上摄入不足即产生脱水与电解质紊乱。脱水早期表现为口渴及尿量减少，以后随脱水加剧出现哭时无泪，口唇粘膜干燥，眼眶及前囟下陷及皮肤弹性差。当体内水分损失量达10%，则影响血液循环而出现四肢冷、脉细弱、血压下降等休克症状，这时需采取紧急措施，快速静脉补液恢复血容量。脱水同时往往还伴有不同程度的代谢性酸中毒和低血钾。③全身中毒症状：多有发热、面色灰白，开始有烦躁不安，病情进展时精神萎靡或意识朦胧，甚至昏迷惊厥。

(3) 迁延型腹泻：腹泻迁延，病情常反覆，临床上以慢性营养紊乱症状为主，包括消瘦、贫血、多种维生素缺乏。易并发肺炎、肾盂肾炎、霉菌感染等。引起病程迁延的原因，除肠道感染未控制外，多数是由于长期滥用各种抗生素引起肠道菌群失调和霉菌感染等因素。凡迁延性腹泻均应注意检查大便中有无真菌孢子和菌丝及梨形鞭毛虫的滋养体和包囊。此外，肠道感染使小肠双糖酶分泌减少，发生双糖(如乳糖)吸收不良。

预防 ①应鼓励母乳喂养：母乳内含有酶及抗体，有助于消化及增加小儿对疾病的抵抗力，更由于直接喂哺不易被污染。实践证明母乳喂养的小儿，腹泻的发病率比牛奶喂养低得多。②注意饮食卫生：牛奶等各种食品必须保持新鲜，食前应烧透煮熟。水果应清洗后削皮吃。人工喂养小儿所用食具应煮沸消毒。③注意个人卫生：养成食前便后洗手的习惯。母亲在喂哺前应先以肥皂凉水洗清双手，然后用温开水清洗奶头。④添加辅食品时注意点：添加辅食时要采取逐步过渡的方式，掌握由少到多，由稀到厚，适应一种再加喂另一种。患病或夏季过热时不宜添加新的辅助食品，以免引起消化功能紊乱。⑤注意消毒隔离：感染性腹泻有传染性，因此，护理人员在给小儿换尿布、处理吐泻物后，必须用肥皂及流水冲洗双手。一份吐泻物加二份20%漂白粉乳液或1/5份漂白粉干粉，搅拌均匀，静置2 h后倾倒，如没有漂白粉可用生石灰代替。

治疗 重型腹泻需住院治疗，轻型腹泻可门诊治疗。采取综合疗法，包括护理、饮食、口服糖盐水、药物、中医中药等。

(1) 护理：要注意大便量及进入量之间的平衡，以便估计脱水程度，大便后要清洗臀部，预防尿布皮炎，如已发生皮炎可用红汞清鱼肝油涂患处。

(2) 调整饮食：轻症患儿原则上不需禁食，但应停止不易消化和脂肪类食物。母奶喂养者应缩短每次哺乳时间，人工喂养者可先给牛奶加米汤(3份牛奶加1份米汤)或稀释牛奶。等大便性状好转后应逐步调整，在7—10 d内恢复到原来饮食。重型腹泻如呕吐频繁，应暂禁食6—8 h，让胃肠道休息一时期，等呕吐好转，再开始喂以稀释牛奶，并逐步过渡到原来饮食。必须强调不要长期喂以稀释牛奶或单纯米糊类饮食，以免引起营养不良。

(3) 控制感染：抗菌药物仅适用于细菌感染，一般采用复方SMZ、口服庆大霉素、黄连素、痢特灵等，用7—10 d为宜，避免长期口服抗生素，以免引起肠道正常菌群紊乱。病毒性肠炎对抗菌药物效果不显，可选用中药(葛根、黄芩、茯苓各9 g)。腹泻期间可用胃蛋白酶、乳酶生、维生素B、C等帮助消化。

(4) 液体疗法：轻型腹泻可以口服糖盐水来补充大便中丢失的水和盐分。目前世界卫生组织所推荐的配方

为：氯化钠(食盐)3.5 g，碳酸氢钠(苏打)2.5 g，氯化钾1.5 g，葡萄糖20 g(现改进为以米粉30—50 g代替葡萄糖)，各医院有现成的口服补液粉供应。无条件情况下，可采用简便方法配制：食盐0.5—1 g(约等于一般扁牙膏盖一盖)，白糖10 g(一平汤匙)，温开水冲至200 ml。小儿腹泻往往来势凶猛，这样的口服补液法可以挽救不少生命。

重型腹泻脱水，呕吐频繁，或在口服补液中腹泻反而加重，应考虑静脉补液，按脱水、酸中毒、低血钾程度决定静脉补液方案。

(5) 中医中药治疗：可促进肠道功能恢复。按中医辨证，实热泻用葛根芩连汤加减；伤食泻用保和丸；脾虚泻用参苓白术散加减。针刺疗法：取穴足三里、大肠俞、合谷。久泻加长强。推拿和捏脊：适用于迁延性腹泻伴营养不良者。

从全世界来说，严重腹泻使5岁以下儿童死亡率增高，因此世界卫生组织制订了全球性控制腹泻病的规划，主要是将口服补液盐与正常喂养用于急性发作的腹泻儿童。目前已有100多个国家的初级卫生保健组织中开展这一规划。这个规划的1989年目标是：80%腹泻儿童将得到使用口服补液盐的机会；50%的腹泻儿童将得到有效的治疗；每年约有100万—150万儿童将幸免于腹泻病所致死亡。

小儿常见肠寄生虫病

小儿常见肠寄生虫病以蠕虫病最重要，其中特别是蛔虫、蛲虫及钩虫三种在中国最多见，不仅分布地区广、感染率也高。感染轻者一般可引起营养障碍、消化紊乱及各种精神症状，重者甚至危及生命。

蛔虫病 蛔虫病是一种常见的寄生虫病，多见于儿童，农村发病率比城市高。症状轻重与感染程度有关，轻的无明显症状，重的可影响小儿的肠道功能和营养，妨碍生长发育，并引起严重并发症，对人体健康危害极大。

生活史与传播方式 蛔虫寄生在人体小肠里，雌雄交配产卵，虫卵随着粪便排到体外，两周后，幼虫就在卵壳里发育成熟，通过污染的食物、手或生水，经口感染。蛔虫卵进入胃肠道后部分虫卵被胃酸消灭，一部分进入小肠孵化发育成为幼虫，穿过肠壁，随着血液到肺部，再从肺泡、支气管、气管到达喉部，再由食管经过胃回到小肠，这样虫卵就发育为成虫。自感染性虫卵进入人体至发育为成虫产卵约需2.5月。成虫在肠内可生存1—2年。

临床表现 其症状表现多种多样，可分以下三方面：

(1) 幼虫移行期症状：主要引起蛔虫性肺炎，即过敏性肺炎的一种。幼虫穿破肺部毛细血管引起炎性反应。可无症状或有干咳、发热，重症可出现高热、咳嗽、发绀、气喘、肺部啰音。外周血象嗜酸粒细胞常增至15—35%。X线检查肺部有游走性浸润片状阴影，症状及X线改变一般在2周左右消失。其次，大量幼虫可移行到肝、脑、眼等产生相应症状，如有上腹痛、肝肿大、肝功能异常、癫痫、脑膜炎、视网膜炎、眼睑肿胀等。幼虫死亡后，虫体的异性蛋白可引起荨麻疹、皮肤瘙痒等过敏反应。

(2) 成虫引起的症状：成虫寄生于肠道，平时多无症状。部分可有腹痛，时发时止，自行缓解，以脐周或上腹部为主，痛时喜按压，腹部无明显体征。严重感染时，常引起营养不良、贫血、生长发育障碍、智力迟缓等。蛔虫能产生多种毒素，包括溶血毒素、过敏毒素、神经毒素，出现精神不宁、烦躁、睡眠不安、磨牙、易惊等。

(3) 并发症：蛔虫有游走钻孔、扭结成团及喜碱厌酸等习性。在发热或驱虫不当等诱因影响下可发生各种并发症，常见的有：①蛔虫性肠梗阻：多因蛔虫扭结成团阻塞肠道，以不完全性肠梗阻较多见。主要症状为阵发性剧烈腹痛，常伴呕吐，可呕出蛔虫。腹软，可扪及条索状块物，多无压痛。如梗阻时间过久，可发展为完全性梗阻，此时症状加重，呕吐频繁，常伴脱水及酸中毒。腹胀，腹块固定，腹部透视可见肠曲充气，有液平面。②胆道蛔虫症：由于蛔虫钻入胆道引起胆总管括约肌痉挛发生绞痛。患儿突然出现剑突下或右上腹强烈绞痛、压痛，痛时辗转不安，面色苍白，全身冷汗，常伴呕吐，吐出胆汁及蛔虫。蛔虫钻入胆道多数能自行退出，症状即缓解，少数继发胆道感染，并形成肝脓肿。此外，蛔虫还可引起肠穿孔、腹膜炎、阑尾炎、胰腺炎等。

预防 ①改善环境卫生，搞好粪便管理，对粪便进行无害化处理。②搞好饮食卫生与个人卫生，安排好生熟食物的贮存与烹调，生吃瓜果必须洗净削皮，冷拌蔬菜要洗净并用开水烫泡才可食用。大力宣传不要随地大小便及乱倒便盆。养成饭前便后洗手、勤修指甲、不吸吮手指等良好卫生习惯。③积极开展蛔虫病的普查普治，蛔虫多的患儿，每半年驱虫一次，以防并发症。

治疗 (1) 驱虫药：①哌哔嗪类药物：剂量每次150 mg/kg，每日最大量不超过3 g，一般睡前一次服，连服2 d，如为16%枸橼酸哌哔嗪糖浆，每次1 ml/kg，每次不超过20 ml，睡前服，连服2 d。②甲苯咪唑：每次100 mg，每日二次，或200 mg一次服，连服3 d。③左旋咪唑：每日1.5—2 mg/kg，睡前一次服，连服2 d。④双萘羟酸噻嘧啶：是一种广谱驱虫剂，同时对钩虫、蛲虫有效。剂量15—30 mg/kg，睡前一次服，连服3 d，每日总量不超过1 g。⑤使君子：每岁每日1 g(1 g约2粒)，每日总量不超过10 g，早晨空腹顿服，连服3 d。⑥海群生：能杀灭蛔虫幼虫，用于治疗蛔幼虫引起的肝、肺、脑的异位幼虫症和嗜酸粒细胞增多症，剂量每日8—10 mg/kg，分三次服，连服5 d。

(2) 并发症的治疗：①不完全性肠梗阻，可用内科治疗，禁食、输液、解痉、止痛等，症状缓解后给驱虫，完全性肠梗阻需手术治疗。②胆道蛔虫症治疗原则是解痉、止痛、控制感染和驱虫。食醋30—60 ml；1%稀盐酸每次

5—10 ml；10%硫酸镁每次5—10 ml，每日三次；维生素$K_3$4—8 ml肌注，每日三次，有松弛平滑肌的作用，有助于蛔虫退出胆道。目前对胆道蛔虫症主张早期驱虫，使疼痛缓解，避免并发胆道感染或肝脓肿。

蛲虫病 蛲虫病是儿童常见的寄生虫病。以夜间肛门会阴部瘙痒及睡眠不安为特征，常在家庭或集体儿童机构中互相传播。

生活史及传播方式 蛲虫寄生在小肠下段、结肠和直肠内。长约1 cm，细小似白色短线头。雌雄交配后，雄虫很快死亡，雌虫于夜间患儿熟睡后爬出肛门外在会阴周围产卵，雌虫产卵后即死去。受精卵在空气中5—6 h发育成熟。自虫卵吞入至发育为成虫约需2—4周，雌虫寿命1个月。因此只要1个月内不再有新的感染，老的成虫1个月左右即死亡。当雌虫爬出肛门口产卵时，引起肛门瘙痒，在小儿用手搔抓时，指甲污染虫卵。虫卵也可污染患儿衣裤、被褥、玩具及室内尘埃，通过上述各种媒介，引起自身感染及传播给周围儿童。1—5岁小儿感染率最高。

临床表现 产卵时引起瘙痒，夜间为甚，烦躁不安，夜哭，尿频，遗尿。重度感染者，可出现食欲减退、恶心、腹痛、腹泻等。蛲虫偶尔侵入邻近器官，引起异位性并发症，雌虫可爬入女孩外阴，引起尿频、尿急或阴道炎、输卵管炎。极少数可发生阑尾炎、腹膜炎。

诊断 小儿夜间肛门奇痒，或女孩有尿频、尿急而尿常规正常者均应考虑本病可能，确诊则依靠发现蛲虫或虫卵。待夜间患儿入睡后2 h，观察其肛门皱襞、会阴等处有无白色细小线虫，需连续观察3—5 d。蛲虫一般都在肛门外产卵，故粪便涂片不易查到蛲虫卵，需在夜间或清晨从肛周皱襞处直接采集标本。方法为用一小段胶纸卷在小号压舌板一端，胶面向外，在肛门周围皱襞上轻按几下，使其粘附虫卵，然后把此段胶纸贴在玻片上，在显微镜下观察，即可发现蛲虫卵。此外，尚可以棉签用生理盐水于清晨刮拭肛门旁皱襞，涂于玻片上镜检。

预防 ①在集体儿童机构，如发现有蛲虫，应进行普查、普治，以防止反覆交叉感染。②教育小儿养成良好卫生习惯，如饭前便后洗手、勤剪指甲、不吸吮手指、勤换内衣。为了避免手指直接污染，小儿宜穿满裆裤。③进行环境清扫时应以"湿扫法"打扫室内。④在治疗的同时，对患者的内衣、内裤及被单采用蒸煮消毒，桌椅、玩具等应洗刷。

治疗 (1) 驱虫药：①扑蛲灵：5—7.5 mg/kg，临睡前一次服，每片50 mg，最大量不超过150 mg。必要时可在2—3周后重复治疗。②枸橼酸哌嗪：每日50—60 mg/kg，分二次服，一天最大量不超过2 g，连服7—10 d。③噻嘧啶：又名抗虫灵，剂量为每日5 mg/kg，睡前一次服用，连服1周。④治虫栓：含盐酸左旋咪唑，制成栓剂，可以肛门给药。

(2) 局部用药：2%白降汞软膏或蛲虫药膏(内含百部浸膏3%、龙胆紫0.2%)涂擦肛门，可止痒和减少自体重复感染。

钩虫病 钩虫病是由于钩虫寄生于小肠所引起的常见寄生虫病。本病主要症状有皮炎、贫血、体弱、异食癖、胃肠功能紊乱和生长发育障碍等。

生活史及传播方式 寄生于人体的钩虫以十二指肠钩虫和美洲钩虫最重要。南方主要以两种钩虫混合感染为主，北方则以十二指肠钩虫为主。钩虫成虫似绣花针大小，利用其口腔钩牙附着小肠壁。雌雄异体。虫卵随粪便排出体外，在适宜的温湿度环境中经1—3 d孵化发育成具有感染性丝状蚴。自丝状蚴进入皮肤至发育为成虫约需要50 d左右，钩虫成虫在人体内的自然存活时期70%—80%为1年。当小儿赤足或臀部接触具有感染丝状蚴的泥土时，钩虫即钻入皮肤，引起感染。食入污染的蔬菜瓜果也可引起感染。婴幼儿多因尿布沾染尘土中钩虫蚴或经污染奶瓶或食具而感染。

临床表现 (1) 钩蚴所致症状：当钩蚴钻入皮肤时，局部出现红色小丘疹，奇痒，但婴幼儿皮肤薄嫩，蚴虫较易钻入，故皮肤症状可不明显。当钩蚴侵入血循环穿过肺组织时，可引起肺出血及炎性病变而出现发热、干咳、气促，甚至哮喘样发作，痰中带血，呼吸道症状于数日至数周后消失。

(2) 成虫所致症状：钩虫寄生于小肠绒毛并分泌抗凝酶，使局部损伤处的血液不易凝固，在肠粘膜形成许多小出血点，引起出血。小肠炎症和溃疡，阻碍营养的消化和吸收，引起小细胞低血色素性贫血及营养不良。表现面色苍黄，皮肤干粗，毛发稀疏易落，四肢无力，精神委靡，营养发育差，因血浆蛋白降低而出现浮肿，严重贫血时出现贫血性心脏病，甚至发生心力衰竭。

年长儿在发病初期，食欲亢进，多食易饥，后因胃酸减少而食欲减退。部分病儿表现有异食癖(好吃泥土、生米、煤渣)。婴幼儿可出现呕吐、腹泻、腹胀等消化道症状。严重感染者可出现肠出血，生长发育迟缓，智力减退。

诊断 ①在钩虫病流行区，凡有皮炎、好食易饥、异食癖、贫血、乏力等，应考虑钩虫病可能。②粪便直接涂片镜检查到钩虫卵可确诊。用饱和盐水漂浮法及钩蚴培养法可提高阳性率。

预防 控制传染病，普查普治病人。做好粪便管理，不随地大便。注意个人防护，避免赤足行走或赤足劳动，不喝生水、不吃生菜。

治疗 (1)驱虫药：①噻嘧啶：剂量为每日15—30 mg/kg，睡前一次顿服，连服3 d。一日总量不超过1g。②左旋咪唑：剂量为每日1.5—2.5 mg/kg，晚上一次服，连服3 d。③甲苯咪唑：剂量为每次100 mg，每日服二次，连服三d。

(2) 治疗贫血：参见"儿童缺铁性贫血"条。

小儿常见眼病

小儿常见眼病有结膜炎、沙眼、弱视等。

结膜炎 结膜炎表现为结膜充血、水肿、疼痛(摩擦感或异物感)、渗出及浸润等,结膜充血以穹窿部最显著,愈近角膜愈轻。物理性或化学性的损伤均可导致结膜炎,如细菌、病毒、衣原体、变态反应或外伤。感染性结膜炎大多为外源性的,通过污染的手指、手帕、毛巾等将细菌或病毒直接带到眼内;少数为内源性的,即转移性的,系继发于全身疾病,如麻疹等。本病的预防主要在于培养儿童养成良好的卫生习惯,不用公用脸盆、毛巾,应使用自己的毛巾、手帕。并注意不要常用手指揉眼,避免眼外伤。患麻疹、猩红热等全身疾病时,要注意眼部清洁,并积极医治原发病。

急性卡他性结膜炎是儿童常见的一种眼病,治疗方法为用生理食盐水或硼酸溶液洗眼,以除去分泌物,切忌包扎。日间勤滴氯霉素或金霉素溶液,睡前涂抗生素软膏于眼内。初期冷敷有助于眼睑消肿。中药治疗以散风清热解毒为主,常用银翘散方。急性结膜炎常为流行传染,故应注意隔离。慢性卡他性结膜炎,局部滴 0.25%氯霉素或 0.25%硫酸锌,睡前涂眼膏。春季卡他性结膜炎为季节性眼疾,一般认为是由变态反应原引起的过敏反应,多见于年长儿。治疗措施为局部滴用 0.5%可的松液或含 1:3 000 肾上腺素的 0.5%硫酸锌液。对细菌性结膜炎除局部使用抗生素外,重者可结合全身用药。

沙眼 沙眼由沙眼衣原体所致的慢性感染性结膜炎。小儿沙眼多为急性发病,呈急性滤泡性结膜炎,往往持续 3 周以上。亦可缓慢起病。沙眼的病程可持续数年或数十年,并出现很多并发症和后遗症,如睑下垂、睑内翻、倒睫、睑球粘连、角膜混浊及溃疡、眼干燥病等,这不仅增加了患儿的痛苦,且可导致视力障碍,甚至失明。

治疗沙眼的药物及方法很多。较为满意的是滴 0.5%硼酸金霉素、0.1%利福平或 10%—30%磺胺醋酰钠,并内服磺胺药。重症急性发作时,还可加用肾上腺皮质激素局部滴眼。预防措施主要在于切断传染途径,控制沙眼传播。在个人方面,要养成不用手揉眼的习惯,不用公用脸盆、毛巾,用自己的手帕。在托儿所、幼儿园要培养小儿卫生习惯,加强卫生宣传教育工作,检查发现并积极治疗沙眼患儿,注意防止重复感染。

弱视 弱视指眼球无器质性病变而矫正视力不能达正常者。弱视是危害性较重的小儿眼病,发病广泛。患儿不仅视力受损,更重要的是无双眼视觉、无完善的立体视觉,以致不能胜任许多精细工作以及需要有正常立体视觉的工作。

根据发病机制,弱视分为五大类:①斜视性弱视。②屈光参差性弱视。③形觉剥夺性弱视。④先天性弱视。⑤屈光不正性弱视。弱视的预后和治疗与年龄密切相关,年龄越小,疗效越好,在 4 岁之前开始治疗可获得良好效果。因此,在幼儿园时就应进行视力检查,必要时散瞳验光,及时矫正屈光不正和及早发现弱视。超过一定年龄后,视力及两眼视功能难以恢复。

凡弱视者均应散瞳验光,配戴合适的矫正眼镜。治疗方法有常规遮盖法、红色滤光胶片疗法、三棱镜疗法、光学及药物抑制法和生理基础疗法。由眼科检查后决定采用何法。

小儿常见皮肤病

由于婴幼儿皮肤、皮下组织的解剖生理特点,如皮肤光嫩柔软,表皮角化层很薄,表皮和真皮间的结缔组织和张力纤维发育较差,表皮较易脱落,婴幼儿的汗腺发育未完全,细菌可自汗孔侵入汗管及汗腺,因此,小儿常见的皮肤病,与成人有所不同。

化脓性细菌所致皮肤病

痱疖 为化脓菌侵入毛囊或皮脂腺引起的急性炎症,是小儿夏季多发病之一。多见于婴幼儿。在佝偻病患儿中发病率较高,好发于头面部及颈背、腋下等多汗部位。起初为局部红、肿、痛的小硬结,3—4 d后中央软化而形成小脓肿,此即为疖肿,可自行溃破而愈,一般无全身症状,若感染扩散,形成蜂窝织炎及邻近淋巴结炎,严重者可并发脓毒血症。

夏季应注意室内通风,勤洗澡并敷痱子粉,保持皮肤清洁干燥。初期局部红肿时,可涂 2.5%碘酊,全身可应用抗生素或复方SMZ治疗。脓肿形成后应作切开引流,切忌用手挤压,并应避免碰撞痱疖。

脓疱疮 是由凝固酶阳性的金黄色葡萄球菌或溶血性链球菌引起的表皮化脓性皮肤病。致病菌通过接触方式传播,于夏秋季常见。发病者多为年幼儿童或新生儿有时可在托儿机构中流行。原发病损为薄壁的脓疱,易破,破后形成脓痂,其边缘常有环状脓疱及红晕,痂下为糜烂面。好发于面部,可随小儿搔抓而播散到全身各处,愈后不留疤痕。可引起淋巴结炎,并可诱发肾炎。新生儿可并发败血症。

注意个人卫生,保持皮肤清洁,集体儿童机构中如发现患儿应予隔离。患儿的衣服要煮沸或清洗后曝晒,玩具要消毒,以免自身感染或传染给其他小儿。

治疗时,局部应先用抑菌性溶液,如 1%利凡诺、0.2%呋喃西林湿敷清洗,除去脓痂,再外涂新霉素软膏,或呋喃西林软膏(或糊剂)。重症时应给抗生素。

病毒所致皮肤病

单纯疱疹 由人类疱疹病毒引起的簇集性水疱,好发于皮肤粘膜交界处。症状轻微,但易复发。病毒有I型和II型两种,各具不同的抗原性和生长特征。I型主要引起皮肤和口腔粘膜感染。常见于口角、唇缘、鼻孔周围。II型常在生殖器粘膜及其邻近皮肤引起感染。当胎儿经产

道娩出时，可被母体的II型病毒感染，造成十分严重的全身性病毒感染和广泛的脑细胞损害，预后极差。

此病开始时局部微红，有灼痒感，随即出现簇集小丘疹，并迅速成为粟米大小水疱，开始澄清，以后混浊，常为一簇，亦有二、三簇的。疱破裂后呈糜烂面，数日后干燥结痂。愈合后可遗留下暂时性色素沉着。由于感染后，病毒持久存在于体内，每当机体抵抗力减弱时，就可激发体内潜伏病毒的活动，在原处反覆发作。

单纯疱疹为一种自限性疾病，多能于1—2周自愈。可搽1%龙胆紫，0.1%疱疹净溶液或0.5%新霉素软膏。屡次复发者，需寻找有无营养障碍、牙齿或扁桃体的感染病灶等复发诱因。

带状疱疹 由水痘病毒引起的沿身体一侧周围神经作带状分布的成群水疱，伴神经痛及局部淋巴结肿大，愈后极少复发。多见于年长儿童。先在局部皮肤有刺痛或感觉过敏，继即出现成簇的粟米至绿豆大的丘疹，很快成为水疱，少则一、二簇，多则十余簇，常沿神经分布排列成带状，多发生于身体一侧，不超过体表正中线。最常见于肋间神经及面部的三叉神经所分布的区域。数日后水疱呈混浊、吸收、干涸、结痂而痊愈。全病程约2—4周。局部有痒感，神经痛为本病的特征之一。

治疗原则是止痛、控制炎症，保护局部防止继发感染。可给服止痛药。肌注维生素B_{12} 100 μg或维生素B_1 10 mg。应用音频电疗可较快止痛并缩短病程。病情重者可用阿糖胞苷和转移因子或丙种球蛋白，局部可涂炉甘石洗剂。顽固疼痛可外用0.5%—1%达克罗林霜或1%利多卡因霜。

霉菌所致皮肤病

头癣 是头皮和头发的一种皮肤霉菌感染，由直接或间接带菌的痂屑或毛发引起。

在流行区要进行防治头癣的宣传，并培训防治人员，开展普查工作，及早发现病人并进行治疗，儿童入托入学要注意检查有无头癣，患者需治愈后才能入学。病儿需与其他人员隔离，不要同床共枕，共用梳子、换戴帽子或共用毛巾面盆。理发用具放在盛有福尔马林的密闭容器中熏蒸。剪下的病发、鳞屑用纸包好后烧毁。污染的毛巾要用5%石炭酸浸泡或煮沸。不要玩弄患癣的家畜。

应进行综合治疗，外搽5%硫黄软膏或2%碘酊，连续2个月。洗头以清除断发和头皮碎屑。每周一次理发去除病发，连续2个月。煮沸消毒帽子、头巾、枕巾，以彻底消灭病菌，防止复发。

足癣 是霉菌感染足部皮肤引起的常见多发病，可自体传染，引起手癣、甲癣、体癣、股癣，亦可传染他人。可发生继发感染，引起蜂窝织炎、丹毒、淋巴管及淋巴结炎。如不彻底治疗，可终身不愈。愈后如不采取预防措施仍可复发。致病菌主要为红色毛癣菌。

为了预防足癣，不要穿别人的鞋袜，用别人的拖鞋、脚盆、毛巾，足部保持清洁干燥，如足汗多，要穿布鞋等易透气的鞋子，并可常搽2%—5%福尔马林或25%三氯化铝溶液以减少足汗。公共场所供应的毛巾需经煮沸消毒，拖鞋、脚盆等用具要用5%福尔马林或石炭酸消毒。

要按不同类型分别处理。干燥无裂隙或未抓破的鳞屑型或水疱型可搽30%冰醋酸或水杨酸苯甲酸酊。有裂隙的以及湿疹型可搽水杨酸苯甲酸软膏。浸渍糜烂型可先用1∶8 000温热高锰酸钾溶液泡足部，每日二次，每次半小时，再用3%硼酸水湿敷。当渗液停止时，用复方雷琐辛搽剂或10%冰醋酸，后再扑含5%水杨酸的扑粉。

皮炎

尿布皮炎 是发生在婴儿尿布遮盖部位的局限性皮炎。皮肤受尿分解后产生的氨类物质的刺激，引起皮炎。皮肤病损多发生于外阴、两大腿内侧、臀部及下腹部与尿布接触部位。呈红斑浸润，可出现散在性丘疹、水疱，严重时发生浅的糜烂面。如不予处理，易继发化脓性感染或念珠菌感染。

预防尿布皮炎，首先要注意保持臀部会阴部清洁干燥，尿布要勤洗换。大便后用温水洗净臀部及肛门周围并揩干，扑消毒滑石粉。不要在尿布外加用橡皮布等。

出现轻症尿布皮炎时，要加强护理，扑消毒滑石粉或涂以炉甘石洗剂，若有糜烂，可外用氧化锌鱼肝油、清鱼肝油或鞣酸软膏。

遗传性过敏性皮炎 常见于有遗传过敏的患者，家族成员有支气管哮喘、过敏性鼻炎及荨麻疹等病史，但遗传方式尚不清楚。患者对某些无害物质易发生变态反应。婴儿期大多对某些食物，如牛奶、鱼、蛋等过敏，儿童期后易对某些吸入物，如花粉、尘埃、螨、霉菌、皮毛等过敏而引起本病。婴儿期的皮损好发于头面部，呈潮红、丘疹、渗出及结痂损害，重时四肢及躯干亦可发生，俗称"奶癣"，痒感明显。因搔抓及摩擦，常有糜烂及血痂。好转时皮损干燥、落屑，遗留毛囊性小丘疹。多于生后2—3个月时发病，时轻时重，一般于2岁左右可痊愈。在儿童期于腘窝、肘窝、腕、踝等部位有丘疹、苔藓化、湿疹、渗出、血痂等不同类型的皮肤病损，在8—9岁后可逐渐好转或痊愈，但亦可迁延至青年或成年人。

要保护患部，勿穿毛织品，控制约束小儿勿使搔抓摩擦患部。勿用热水洗烫。如能发现有明显诱发的食物应忌食为宜，但需注意营养。局部治疗，对渗出的病变可作湿敷，干燥的病变可外用肤轻松、地塞米松霜等皮质激素类药物，有苔藓样变时可选用煤焦油或糠馏油糊剂。湿疹未愈时不能种牛痘，也不要和单纯疱疹患者、水痘患者接触，以防病毒感染。

遗尿症

遗尿(enuresis)系指无器质性疾病的小儿在睡眠中不自主的排尿，故又称夜尿。遗尿症指3岁后经常不能控制排尿，或5岁后在睡眠中仍时有不自觉的排尿

婴儿出生后，开始时排尿仅受脊髓中枢控制，随年龄增长及神经髓鞘、大脑皮质功能的成熟，渐能意识到膀胱充盈及尿意，并能自动控制尿道括约肌、腹肌及会阴部肌肉，控制排尿。大多数婴儿1岁左右已能意识到尿感，3岁已能控制排尿，并在睡眠中因尿意而觉醒。若在成长过程中因某些不良因素影响大脑对排尿功能的控制，在熟睡中不能接受来自膀胱的尿意而醒来，仅发生反射性排尿，便出现遗尿现象。

绝大多数小儿遗尿为功能性的，是由于大脑皮质及皮质下中枢的功能失调。常见原因是精神因素，如不合理的排尿训练，突然受惊，过度疲劳，骤换新环境等。其他原因有排尿控制功能发育落后，多有家族性倾向；继发于尿路感染等疾病后，形成条件反射或继发官能症样的尿急，乃至遗尿；睡眠机制障碍，多见于易兴奋、胆小、被动、过于敏感或睡眠过熟的小儿。

遗尿症的治疗措施是在一般治疗的基础上加用药物辅助治疗。若因精神因素所致，应着重教育、解释，消除紧张、恐惧及不安等情绪，建立合理的生活制度，避免过度疲劳，鼓励并帮助患儿树立信心，培养责任感。同时训练膀胱正规排尿；傍晚以后不用流质饮食，少喝水；在患儿经常排尿的钟点前，唤醒其排尿，或用闹钟、特制的"叫醒器"唤醒。药物治疗以中枢兴奋药为主，如氯酯醒、盐酸丙脒嗪、苯甲酸钠咖啡因等，此外，可配合针灸治疗，体针、手针、耳针均可。遗尿症的预防措施是自幼用良好的方法培养、训练小儿排尿习惯，有器质性疾病者应及早治疗。

青少年保健

青少年保健

青少年保健(adolescent health care)是针对处于人生第二次生长突增开始到骨骺完全愈合阶段的保健工作。此期也称青春期。一般女性从10—12岁到17—19岁，男性平均晚2年左右。

按发育特点又可分为：①青春前期：指女性月经初潮或男性首次遗精出现前的生长发育激烈增长(突增)阶段，一般持续约2—3年。②青春中期：或称性征发育期。指第二性征发育后的3—4年。此期以性征发育为特点，同时出现月经初潮及遗精。③青春后期：指第二性征已发育如成人到体格发育停止这一阶段，一般持续约3年。

青少年时期在形态、生理、心理发育上突飞猛进，变化多端，其中最突出的是生殖系统的发育。

为了早期纠正青少年各种特殊的困难和问题，可采取以下措施：①开展健康教育，适时传授性卫生知识。②开设青春期咨询门诊。③加强医学教育中有关青春期的课程。

青春期内分泌

青春期的机体形态、功能发育和性发育，都受内分泌影响，中枢神经系统又对内分泌系统起着调节作用。

婴幼儿和儿童时期内分泌变化很少，男女都分泌同等小量的性腺激素，这些性腺激素引起负反馈作用，抑制下丘脑促性腺激素释放因子的分泌。青春前期或初期各种激素的水平比童年期增加迅速，促使生长突增及第二性征出现。青春期的开始是由于下丘脑细胞对性腺激素的敏感性降低，循环中的小量性腺激素失去对下丘脑的抑制作用，致下丘脑促性腺激素释放因子分泌量增加。垂体前叶接受下丘脑的信息后，促性腺激素分泌增加。卵巢或睾丸在促性腺激素的作用下除发生形态上的增长外，分泌性腺激素水平也相应提高。在性腺激素水平提高的基础上对下丘脑起负反馈作用，重新调整下丘脑—垂体—性腺反馈系统达较高的水平。

在青春期，下丘脑和垂体前叶迅速发育，并分泌和成人几乎相同的激素。在这些激素的作用下，促进儿童身高、体重、身体各部的发育。同时也刺激性器官及肾上腺、甲状腺的生长与发育。卵巢、睾丸及肾上腺皮质分泌相应的性腺激素。卵巢主要分泌雌激素、孕激素及少量雄激素；睾丸分泌雄激素(主要为睾丸酮)及少量雌激素(雌二醇、雌酮)。肾上腺皮质除分泌肾上腺皮质激素外，在青春期受促性腺激素的影响产生雄激素类的量增加，同时出现阴毛初现，这种情况称为"肾上腺皮质功能初现(adrenarche)"。雄激素和生长激素相互协作，促成了青春期生长突增。其中睾丸酮具有很强的蛋白合成作用，可导致生长和骨发育加速。雄激素还促进男孩阴茎、睾丸、

前列腺、阴毛、腋毛、体毛、胡须、变音等性器官和第二性征发育，产生遗精并促进肌肉和力量的增长及红细胞的增加。一般6—10岁男孩血浆睾丸酮无明显变化，10—17岁期间可猛增20倍，达到成人水平。雌激素则主要促进女性性器官——子宫、阴道、小阴唇及乳房的发育，促进月经周期形成，并影响脂肪的沉积。血浆雌二醇和雌酮水平在整个儿童期都是低的，当乳房开始发育时方逐步增长，血浆雌二醇水平与年龄、骨骼生长、女性青春期发育均有一定相关关系。尿内排泄的雌酮、雌二醇、雌三醇随年龄和性成熟而增加。

青春期促甲状腺素分泌增加，加速碘泵的活动，促使甲状腺摄取更多的碘，以合成甲状腺素。甲状腺素促进组织的分化和成熟，尤其对神经和性腺影响更大，是生长、发育和成熟的一个重要因素。垂体的生长素是促进生长的主要因素，其生成、分泌和发挥作用又受甲状腺素的影响。在以上多种激素的协同作用下，引起了青春期一系列生长发育特征的出现。在青春期后期这些激素对下丘脑及垂体又起负反馈作用，使身高、体重的增长缓慢下来，最后达到停止阶段。

青春期形态发育

青春期形态发育(physical growth in puberty)指男、女孩进入青春期后，在神经—内分泌影响下，身体迅速生长，出现了生长发育的第二个突增阶段，随着生殖系统的发育和第二性征的出现，男、女身体形态发生了显著变化，最后形成了真正的两性分化的过程。为了正确评价儿童少年形态发育水平，常用指标有身高、体重、胸围、坐高以及肩宽、上臂围等。

生长突增 青春期生长突增在起止的早晚、突增幅度和突增高峰的高度等方面都显示着明显的性别差异。突增开始年龄女孩为10—12岁，男孩一般为12—14岁。从身高、体重、肩宽等发育曲线上可看到各项指标的均值随年龄上升逐渐增高时，男、女曲线均有两次交叉现象。第二次交叉后男孩各项指标的发育水平均再次超过了同年龄女孩，致男孩从18岁起其身高、体重、肩宽的绝对值超过女孩。其他形态指标，如胸围、上臂围、小腿围等，男孩也都高于女孩。男、女这一差距，以身高、肩宽、上臂围更为明显，最后形成成年男子身材较高、肩部较宽、肌肉发达，而成年女子则身材较矮、体肤丰满、臀部较宽的不同体态特点。

(1) 身高：是衡量生长突增变化的重要指标，青春期男孩每年可增长7—9 cm，最多可达10—12 cm；女孩每年也可增长5—7 cm，最多可达9—10 cm。

(2) 体重：体重增长的高峰不如身高显著，增长时间较长，幅度较大。且成年后体重仍可继续增加。体重的增长除与骨骼增长有关外，肌肉和体脂的增长更为重要。青春发育阶段肌肉的发育非常突出，如8—15岁的7年中肌肉重量与体重之比仅增加5.4%，而15—17、18岁的2—3年中则增加达11.6%。男青年的肌肉发育一直继续到30岁才达到高峰。皮下脂肪的发育从1岁起到6岁一直是下降的，女孩从8岁，男孩从10岁起体脂又开始增加。女孩的体脂继续增长，有时甚至达到过胖，男孩则在身高、体重突增后体脂逐渐减少。因此女青年显得较丰满，而男青年则因肌肉发达而显得健壮。

(3) 胸围、肩宽、上臂围、小腿围：胸围、肩宽、上臂围、小腿围等形态发育指标也都有一个明显的突增阶段，突增高峰出现年龄，女孩在11岁(盆宽略迟，为12岁)；男孩在13岁(小腿围略早，为12岁)。青春期突增后，男、女孩的差异随着年龄的升高而越来越明显。

青春期形态发育类型 青春期的形态发育无论男、女都有早熟、平均、晚熟三种类型。早熟的特点是开始发育的年龄早、身高发育高峰出现早，但突增的过程较短，因而开始显得较高，但最后不一定高于晚熟者。早熟的女孩体重与身高的比例一直高于晚熟者，最后趋于矮胖型(骨盆宽、肩窄)。晚熟的特点是开始虽然身材较矮，但突增的时间较长，最后往往比早熟者高。晚熟的男孩具有高度的男性征——瘦高型(骨盆窄、肩宽)。平均型男、女孩的发育开始年龄、发育速度和程度则介于同性别的晚熟型及早熟型之间。

青春期功能发育

青春期功能发育(functional development in puberty)指在各组织、器官、系统形态发育的同时，各种生理功能也相应地发生了明显变化。这时除生殖系统功能迅速发育外，呼吸、循环、消化、代谢、造血、免疫、神经、内分泌、运动等各种生理功能均有不同程度的发育。在形态发育与功能发育的相互促进下，使机体发育渐趋成熟。一般常以心血管、肺、肌肉功能作为青春期功能发育的代表。常用的检测指标有呼吸频率、心率、血压、肺活量、肌力及最大氧耗量等。

心肺功能 一般以心率和呼吸频率为代表，两者的均值曲线随年龄增加而逐渐下降。心率，男性由7岁时的87次/min到17岁时下降为77次/min，女性由7岁时的88次/min到17岁时下降为80次/min。中国18—25岁城市青年心率男性平均为75.2次/min，女性平均为77.5次/min。肺活量则随年龄增加而增加。城市男性从7—17岁，平均每年增长235 ml，女性增加142 ml。10岁前男女青年增长值比较接近，但男性大于女性。男性自12、13岁起增加较快，19、20岁后趋向稳定；女性15岁后增长缓慢，18、19岁后趋向稳定。男性的肺活量始终大于女性。18—25岁时肺活量，男性平均为4 124 ml，女性为2 871 ml。这是由于在青春期伴随心脏、肺脏、呼吸肌、胸廓形态发育的同时，心肺功能相应增强，心脏每搏输出量增加，每次呼吸量绝对值增加的结果。血压则无论收缩

压、舒张压、脉压均可见随年龄增加而增高。收缩压城市男性 7 岁时为 13.1 kPa(98.2 mmHg)到 17 岁增长到 15.6 kPa(117.3 mmHg),女性 7 岁时为 12.96 kPa (97.5 mmHg)到 17 岁时增长到 14.65 kPa(110.2 mmHg);舒张压,城市男性 7 岁时为 8.34 kPa(62.7 mmHg)到 17 岁增长到 9.6 kPa(72.3 mmHg),女性 7 岁时为 8.31 kPa(62.5 mmHg)到 17 岁增长到 9.28 kPa(69.8 mmHg)。可见血压无论收缩压、舒张压或脉压均随年龄增加而增高。这种变化是由于青春期血管口径增长速度落后于心脏的增长速度,引起周围阻力增加;加上这时植物神经调节功能不够稳定,因此容易出现一时性血压偏高现象。青春期前,心率、呼吸、血压、肺活量在男女两性之间差别不大,青春期女性心率略高于男性,而血压和肺活量则以男性的增长值为大。

造血功能 一般以血红蛋白、红细胞、白细胞总数及其分类等指标为代表。青春期血红蛋白和红细胞总数男性有明显增加,10—17 岁期间血红蛋白均值从 145 g/L 增加到 165 g/L,红细胞数从 4.6×10^{12}/L左右增加到 5.5×10^{12}/L;女性则无明显增加,可能是女性月经来潮后血液丢失之故。因此对青春期女孩,应特别注意补充造血营养素,否则很容易造成贫血现象。白细胞总数及其分类检查,也是衡量青春期功能发育的重要指标。无论男、女,白细胞总数均随年龄增加而减少,各年龄组中男、女无明显差异,绝大多数个体都在 4—9×10^{9}/L之间。但分类检查却发现,无论男、女,中性粒细胞都随年龄增加而增多,而淋巴细胞则随年龄增加而减少,说明通过青春期发育,个体越来越发展了以中性粒细胞为防御武器的机制,而淋巴细胞却开始退化。

运动功能和运动素质 运动功能:一般可以肌力(包括握力、拉力、肌耐力等)为代表。青春期男、女孩都有一个明显的突增阶段,突增年龄女孩是 10—11 岁,男孩是 13 岁,女孩比男孩早 2—3 岁。突增幅度则男孩明显高于女孩。尿中肌酐含量也是运动功能的一个重要测定指标。10—13 岁男、女肌酐的平均量(mmol/24 h)在 8.84 左右,男、女无明显差异,但到 17—20 岁时,男性平均已达 16.35,而女性只有 10.17。其他运动功能指标也都具有这一特点:在青春期各年龄阶段,男性均值都大于同年龄女性。与形态发育不同的是,男女性各年龄组的均值从未出现交叉。所以年龄越大,差距也越大,最后形成男、女成年时运动能力的显著差别。根据运动功能发育的特点,一方面应鼓励女青少年在青春期积极参加体育锻炼,另一方面也应正视这种性别上的生理差异,在体育锻炼或劳动时不能强求一致,必须分别对待。

青春期形态、生理上的发育均早于运动功能。因此青少年的劳动安全负荷比成人小。他们的生理极限比成人低,容易在劳动或学习过程中引起疲劳。大量的静态运动,如负重、搬运、抬举等会使青少年造成过重负担,除易引起疲劳外,还有损于心血管系统,并可造成运动器官的损伤。因此,必须注意对青少年的劳动保护。

运动素质:青春期速度、速度耐力、肌力、下肢爆发力、协调性、灵活性等运动素质指标的提高与形态、功能发育一致。1979 年儿童青少年体质研究组对仰卧起坐、60 m赛跑、屈臂悬垂、立定跳远、50 m×8 往返跑等各项目的调查,男性在 19 岁以前,女性在 11—14 岁以前,各项指标随年龄增长而提高。男性的增长高峰发生在 19—22 岁。女性在 11—14 岁出现第一高峰,14—17 岁有所下降,19—25 岁出现第二次高峰。12 岁以前男性各项指标略高于女性,13—17 岁后差别迅速加大,18 岁后更大,并趋于稳定。可见在形态发育加速期结束后 1—2 年,各项素质的快速增长也基本结束。各项运动素质发育早晚规律大体是:速度、速度耐力、腰腹肌力最先发育;其次是下肢爆发力;发育比较缓慢的是臂肌静止耐力。女性的腰腹肌力明显落后于其他几项指标的增长。

最大氧耗量:是反映机体有氧能力大小的主要指标,它与全身循环、呼吸,特别是运动系统的发育状况密切有关,其大小决定着许多运动素质指标的发展。青春期前,男女最大氧耗量的测试值无显著差异,男孩略高;青春期发育开始后,男女的均值都随着年龄的增大而增高,但男性的增高幅度更明显,到青春后期达高峰时女性最大氧耗量均值只达男性的 70%。其后,男女均值都将逐渐下降。

运动功能和运动素质的发育对于个体一生的健康、学习和工作有极重要的意义,掌握运动功能和运动素质的发育规律,有助于提高男、女体育锻炼的效果及体育教学工作的合理安排。

女性性发育

女性性发育(sex development in female)包括女性生殖器官的形态发育、功能发育和第二性征发育。

生殖器官发育 女性生殖器官分内、外两部分。内生殖器包括阴道、子宫、输卵管及卵巢。外生殖器(又称外阴)包括阴阜、大小阴唇、阴蒂、前庭及会阴。这些器官在青春期前发育缓慢,基本上处于幼稚状态。进入青春期后,在卵泡刺激素(FSH)、黄体生成激素(LH)及性激素作用下,内外生殖器迅速发育,并与其他系统共同进入成熟阶段。

卵巢分皮质及髓质两部分,皮质内有许多基卵泡;髓质含血管、淋巴和神经。8 岁以前极小,在 8—10 岁开始发育,以后直线上升。月经初潮时,卵巢重量仅达成熟重量的 30%。此后,卵巢继续发育增大,皮质内出现发育程度不同的卵泡,表面也因排卵而逐渐变得凹凸不平,成熟卵巢一方面具有周期性的排卵功能,另一方面在卵泡成熟和黄体生成的过程中还不断分泌雌激素、孕激素和少量雄激素,使其他生殖器官得以迅速发育。因此,卵巢既是女性重要的生殖器官,也是重要的内分泌器官。

由于卵巢的发育及性激素分泌的增加，内外生殖器均有明显变化。子宫发育从10—18岁呈直线上升，长度增加一倍，宫体明显增大，宫颈相对变短；青春期开始后受卵巢激素的影响，子宫内膜呈周期性改变并出现月经（见“经期卫生”条）。阴道变长变宽，颜色变为灰色，粘液腺发育，排出大量分泌物；阴道分泌物由碱性变为酸性。与此同时，外生殖器也从幼稚型变为成人型，如阴阜隆起，阴毛出现，大阴唇变肥厚，小阴唇变大，并出现色素沉着。

月经初潮 第一次来月经称为月经初潮。初潮的年龄平均为13—15岁，但也有早在10岁或迟至18岁的。初潮年龄的迟早一般与气候、营养、遗传及生活条件等因素有关。

初潮时卵巢功能并不稳定，故初潮后月经周期并不规律，约1年左右才逐步按月来潮。如月经周期延长到6个月以上或一次经期超过11 d，均属不正常。月经初潮与第一次排卵之间有一定的间隔期。月经初潮后1年内开始排卵者仅占18%。初潮后1—3年内无排卵均属正常，这期间为正常生理不孕期。无排卵的月经一般无下腹痛，经期体温维持正常，出血仅为雌激素停止产生之故，子宫内膜仍处于增殖期。有排卵的月经，常伴有轻微的下腹痛，基础体温可增加0.3—0.5℃，子宫内膜呈增殖期及分泌期改变。尿中孕烷二醇由孕激素产生，阳性表示已经发生排卵及形成黄体。

月经初潮年龄：1985年全国19个省市调查131 511名9—20岁女性。汉族为13.46岁，城市为13.17岁，农村为13.83岁。城市早于农村。9岁来潮率0.04%，13岁为58.01%，15岁为95.01%，16岁为99.07%，到20岁时100%女性已有月经。调查27个少数民族，28 348名9—18岁女性，初潮平均为13.97岁，晚于汉族。

世界各国初潮年龄，以欧洲较早。月经初潮早晚和经济水平、营养状态等有关。同时发现，女青少年初潮年龄比男青少年首次遗精年龄平均约早两年。月经初潮过早的女孩其他方面的发育不及月经初潮晚的成熟，前者从月经初潮到第一次排卵的间隔期较后者为长。伴随着生长发育上的长期加速趋势，月经初潮的年龄也在不断提前。有的国家统计每10年平均提前3个月，有的报道50年内月经初潮年龄提前一年。1962年北京市女学生月经初潮年龄为14.16岁，1985年调查为12.62岁，在23年中提前1.54岁，平均每10年提前0.67岁（8个月）。上海1974年郊县为15.03岁，1985年调查为13.46岁，在11年间提前1.57岁。

第二性征发育 女性第二性征是指除生殖器官以外女性所特有的征象，如乳房的发育及阴毛、腋毛的出现等。其中以乳房发育最早出现。可分五期。Ⅰ期：从出生到青春期开始乳房未发育。Ⅱ期：蓓蕾期，乳房和乳头隆起如小丘状，乳晕增大，是青春期乳房发育的第一个象征。Ⅲ期：乳房和乳晕进一步增大，隆起的圆形轮廓似小型成年乳房。Ⅳ期：乳晕和乳头进一步增大，并在乳房上形成一个继发的丘状突起。Ⅴ期：典型的成年期，具有光滑的圆形轮廓，丘状突起消失。乳房发育可早至8岁，多数在13岁以前开始。阴毛出现年龄多数与乳房开始发育时间相似，有的出现较晚。腋毛通常在乳房发育第Ⅲ、Ⅳ期才出现，极少数女孩可早于乳房发育。腋毛出现一般在阴毛出现半年至1年后。

青春期生长突增开始常早于其他发育指标。约30%—40%女孩身高增长高峰发生在乳房发育Ⅱ期，更多的在Ⅲ期，仅约10%在Ⅴ期。极少数女孩月经初潮发生于身高突增高峰之前，一般月经初潮后身高年增长值显著下降。

男性性发育

男性性发育（sex development in male）包括男性生殖器官的形态发育、功能发育和第二性征发育。

生殖器官发育 男性生殖器官分内、外两部分。内生殖器包括睾丸、输精管和附属腺。外生殖器包括阴囊和阴茎。这些器官在青春期前发育都很缓慢，几乎处于静止状态；进入青春期后，在卵泡刺激素（FSH）、黄体生成激素（LH）及雄激素的作用下，迅速发育，其速度远远超过其他系统，而和其他系统共同进入成熟阶段。

睾丸容积在青春期前不足3 ml，发育也很不完全，精曲小管狭细呈条索状，无明显管腔。10岁左右方出现管腔，但管壁仅有未分化的支持细胞和少量精原细胞。进入青春期后睾丸迅速发育，容积可达12 ml以上；精曲小管长度及曲折程度增加，管腔增粗，管壁基膜上的精原细胞不断分裂繁殖，出现各期生精细胞，最后产生精子；精曲小管上的间质细胞则分泌大量的雄激素（以睾丸酮为主）和少量的雌激素。因此，睾丸既是男性重要的生殖器官，也是重要的内分泌器官。

输精管道由附睾、输精管和射精管组成。管腔在青春期后均逐渐增粗增长。精子离开睾丸后即进入附睾，在附睾内一般停留21 d左右，附睾液是精子获得营养和进一步分化成熟的必要环境。输精管是附睾尾的直接延续，它与精囊腺的排泄管合成射精管，后者穿过前列腺开口于尿道，是精子向体外排泄的必经之路。

男性生殖器官的附属腺主要有精囊、前列腺和尿道球腺。在儿童时期精囊很小，呈短棒状；至青春期迅速增大而形成囊状并分泌精囊液，有利于精子的正常活动。前列腺是实质性腺组织，其发育与性激素密切相关。幼儿时前列腺甚小，腺组织亦很少，主要由肌纤维和结缔组织构成；10岁左右可触及片状腺体；青春发育开始后，在雄激素的作用下腺体迅速增大呈栗子状，腺组织亦明显增多。尿道球腺也和上述两腺一样，分泌微碱性液体，与精子混合后形成粘稠的乳白色精液。

遗精 遗精是一种生理现象，青春期（在突增高峰

后）的所有健康男性均会发生。男孩首次遗精的年龄多数为14—16岁。首次遗精最多的季节是夏季。初期的精液里可以没有成熟的精子。首次遗精发生后，体格发育已渐趋缓慢，但肌肉发育和肌力发展正逐渐增长。与此同时，睾丸、附睾及阴茎都在迅速发育，接近成人。

第二性征发育 男性第二性征发育主要表现在毛发生长，出现胡须、阴毛和腋毛，变声及出现喉结。在突增高峰和遗精后皮下脂肪减少，肌肉发达。男孩阴毛开始发育，最早为11岁，16岁时98%的男孩均已发育。腋毛发育一般比阴毛晚1—2年，但也有少数男孩腋毛发育早于阴毛，最早出现者为13岁，18岁时达95.9%，但个别男孩到20岁也未长出腋毛。腋毛出现后1年左右，唇须部开始长出胡须，额部发际后移，逐步形成男性成人面貌。喉结突起是男性特有的第二性征表现，从12岁开始出现，18岁时有喉结突起者占97.3%。声音变粗开始于13岁，18岁时达98.6%。各年龄出现声音变粗的人数百分比与喉结突起者相吻合。在腋毛出现的同时，有⅓—½的男孩乳房也发育，经常是一侧，表现为乳头突出，偶然乳晕下有硬块。少数有轻微触痛，一年内即消失，是正常现象，可能与雌激素分泌过多有关。如半年至1年内还不消失即应就医检查。

青少年青春期发育的一般顺序见下表。

儿童青少年青春期发育顺序表

发育指标	年龄（岁）	
	女	男
身高突增开始	9	11
乳房开始发育	10.7	
生长突增高峰（身高、坐高、体重、肩宽）	10	12
盆宽	11	12
胸围	11	13
阴毛出现	11.3	13.2
腋毛出现	12.8	14.6
月经初潮年龄平均期望值	13.6	
首次遗精年龄平均期望值		15.6

（1979—1980北京城区7—17岁男女学生3 550人调查资料）

青春期心理发育

青春期是个体心理发生剧烈变动的时期。这一方面是刚从小学踏入初中阶段，需要应付学习环境的巨大变化以及许多新的社会要求；另一方面又正在发生急剧的形态生理变化，身体猛长，肌肉力量增强，性发育开始，需要应付诸如月经初潮、遗精、第二性征出现（见“男性性发育”、“女性性发育”条）等生理变化，由此造成一系列心理演变。这个时期的心理特征既带有某些童年期旧有的痕迹，又出现某些成人期心理特征的萌芽。因此身心发育充满矛盾，很不稳定，情感多变，好兴奋，易激动。这整个的变化称青春期心理发育（mental development in puberty）。

青春期心理变化是由生理变化带来的心理矛盾。主要表现两个方面：①由于身体迅速生长，新陈代谢旺盛，精力充沛，爱动不爱静，尤其在一些竞赛活动中不服输，有显示自己力量的强烈愿望。即使在极端疲劳之时，仍对活动有强烈兴趣。因此，在进行繁重的体力劳动或剧烈运动时要适当节制，不能将他们当作成人来对待，否则极易发生创伤，严重影响身体健康。②对两性关系已有朦胧意识，但又不十分清楚。开始对性知识发生兴趣，最初是对同性，然后转向异性，这是一个正常的转变。有些青少年因缺乏成人的正确引导，心中有疑惑，例如对身体的形态、生理、内分泌等变化不理解，又不愿向父母询问，父母也不主动去发现他们的问题，因而常从不正当的途径探索有关两性的知识，从而受到毒害。少数青少年有手淫习惯，常产生追悔、自责的情绪，使精神萎靡不振。有的对月经、遗精等生理现象不理解，产生一些不必要的担心与焦虑，这些都影响青少年们的心理健康发育。

在学习上，学习动机、态度、兴趣和能力的发展都较小学期间有了提高。由于学科门类多，内容趋于专门化，抽象逻辑思维迅速得到发展，分析、综合、推理和判断能力也在逐步提高。

由于青少年体格迅速发育，父母认为他们不再是孩子，关心照顾相对减少，并提出更多的要求。另一方面，这个时期的青少年，在各方面的需求远比童年期为多。随着年龄增长和与社会接触范围的扩大，他们渴求独立的愿望也日益变得强烈，不希望父母对自己干涉过多，很想自己能够支配一些事物，但又不能独立，必须依附于家庭，在经济上表现的依附关系更为明显。因此，常常形成独立与依附的矛盾心理。他们与父母谈话日益减少，而与同龄人交往日益增多，很容易受伙伴的影响，而忽视成人的劝告。在人格塑造上，也往往易受外界环境影响。因此帮助他们处理好依附与独立的心理矛盾，有利于身心健康地发展。

青少年认识和评价自己个性品质和内心世界的能力日益增强，并通过这些来支配和调节自己的行为和活动，但他们评价自己和别人的能力，与成人相比还是不高的，而且不稳定，往往不够客观，也很不全面。有的过分夸大自己的能力，有的又过分低估自己，产生自卑情绪。中学时代，也是道德品质形成与世界观逐步形成的时期。这个时期独立意向虽发展很快，但认识能力往往跟不上，以致有时分辨不清是非，如对勇敢与强暴、美与丑、自由与纪律、民主与法制、友谊与哥们义气、理想与前途等没有一个正确而稳定的认识。有时独立意向表现为对社会有抗拒性。一般中学生在情感上表现为活泼、热情、勇敢，但有时情感不稳定，容易冲动，易走极端。在这时期应注意把他们的独立意向引导到正确的轨道上并培养他们辨别是

非的能力，是防止违法犯罪的重要措施

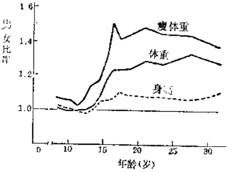
青少年的心理特征与其所处的社会经济、文化条件有密切的关系，同时又与其生理上的成熟有关。在了解其心理特征时，不仅要结合生理学因素，且应着重社会因素。学校、家庭、社会都有责任帮助他们形成理想及良好的道德品质，树立正确的人生观。应注意到他们面临许多适应生理和社会环境变化的新问题，指导和帮助他们在心理发展上顺利地渡过青春期。对高年级学生，帮助他们正确对待与解决好升学、就业、恋爱问题，开展心理卫生辅导应作为学校教育、教学工作的一环 校医和教师都应具有心理卫生知识，对学生进行宣传，了解各个学生的身体发育情况、个性、行为、家庭情况及周围环境因素。学校应根据学生的不同年龄阶段，适当地进行性知识教育，且不应限于正当的性生理知识，而应作为人格教育(包括伦理道德教育)的组成部分。引导学生正确对待异性，正确对待自己，遵守社会规范对性的制约，培养学生的自尊心，懂得高尚品德的可贵。要适当注意消除可能引起学生性行动的语言、书籍、图画、电视、电影及环境条件。安排好学生的业余时间，把他们引导到正当的活动上来，如参加体育、音乐、舞蹈、文娱、郊游以及国内外文学名著的阅读、为社会服务等活动，以增进正当的生活情趣，开阔眼界及思路。

青春期身体成分

身体成分(body composition)是指瘦体重和体脂两部分。男女儿童进入青春期后，身高、体重增长加快，各种生理功能迅猛发育；与此同时，体内的各种身体成分也发生深刻的变化。在实践中常把人体区分成体脂和瘦体重，或称无脂体重两部分。体脂系指能用乙醚提取的脂类，是身体中最易变动的成分，属代谢不活泼组织；瘦体重则包括全部代谢活泼组织及部分代谢不活泼组织(如细胞外液、骨骼无机盐等)，即全身蛋白、水分和无机盐，其组成具有相对的恒定性。

青春期瘦体重 随着年龄的增长青春期瘦体重明显增加，性别差异显著。男孩瘦体重增长迅速，持续时间长，20 岁时达最高值。女孩则相对增长较慢，持续时间短，18 岁以后停止增加，正因为瘦体重青春期生长突增在男孩身上表现更为强烈，到达成熟时间更长，因而随着年龄的增长瘦体重发育的两性差异越来越明显。15 岁女孩的瘦体重仅为同龄男孩的 81%，而 20 岁时只有同龄男孩的 68%。将青春期各年龄男女青少年身高、体重、瘦体重增长的比率进行比较(见下图)，发现尽管男孩这三项指标的增长均大于女孩，但瘦体重的差异最为明显。性别差异与男孩雄激素的分泌量较多有关。

瘦体重明显与身高有关。一般身材高大者较身材矮小者具有更多的瘦体重，因而在体力和竞技方面具有更大的优越性。同样，瘦体重和身高的这一函数关系在青春



瘦体重、体重和身高的男女比率比较(据Forbes, 1978)

期比儿童期表现更为明显。男孩瘦体重生长突增的高峰速度和其身高突增高峰速度相一致，而女孩则一般比身高突增高峰晚 1 年。

瘦体重中占最大比例的肌肉在青春期重量明显增加，男孩尤其显著。肌肉重量的增加直接影响到瘦体重的增加。当身高突增时(女 11—13 岁，男 13—15 岁)，主要表现为肌肉长度的增加；而当身高增长减慢(女 13—15 岁，男 16—17 岁)时，主要表现为肌纤维增粗，横截面积加大。青春期肌肉成分也在不断变化：水分逐渐减少、蛋白质和无机盐含量增加，肌肉变得坚实有力。肌肉发育在性别上亦有明显差异。

骨骼是瘦体重中的另一重要成分。青春期随身高的增长，骨骼加长、增粗、变大，骨内无机盐(钙、磷)不断沉积；无机物与有机物的比值从儿童期的 1∶1 逐渐加大到成年时期的 7∶3，骨骼重量明显增加，骨质也越来越坚硬。随着骨骼钙沉积增多，总体钙含量也增加。男女孩在总体钙含量上的性别差异与瘦体重一致 20 岁时男、女总体钙比率为 1.2—1.47∶1。总体钙的性别差异也与身高有关。据估测，青年人平均每增高 1 cm需钙 20 g. 一名身高 179 cm的男子较 159 cm的女子多含钙 400 g。

青春期瘦体重(肌肉、骨骼等)增长快，反映出该年龄阶段的儿童少年对热能和其他营养素的需要量增加。男、女性别差异说明男孩需要量更高。男孩青春期的惊人食量，既与巨大的运动消耗有关，也与身体成分的需要有关。通过计算发现，这时的男孩不仅热量需求大，其他营养素(如蛋白质、糖、微量元素等)需求也大，如对铁的需要量甚至可比已有月经的女孩更多 从身高与钙、身高与瘦体重关系的研究说明高个的青少年需要更多的营养。鉴于瘦体重包括人体一切代谢活泼组织，且在青春期有明显的性别差异，故用瘦体重计算某些药物的需要量较用体重计算的方法更为适宜。

青春期体脂 利用X线摄片对儿童皮下脂肪厚度的测量证实，青春早期男、女孩体脂含量均有增加。但随着青春期的进程，男孩停止积累，甚至出现暂时下降；女孩却持续增加，进入青春期生长突增的男孩，脂肪增加的速

率成为负值，即他们的受检部位正损失体脂；相反，女孩突增时体脂增加速率虽然减慢，但仍保持正值，说明其体脂仍在缓慢增长；在身高突增高峰之后，随着身高增长的减慢，女孩体脂增长的速率又增加。尽管男、女含脂肪细胞的数目在1—13岁之间均增加5倍左右，而实际上女孩胖的多，其原因不在于脂肪细胞数目的多少，而是女孩每个细胞中所含脂肪量较多，因而总体脂量也多。体脂的性别差异恰与瘦体重的差异相反，两者均由青春期的内分泌变化所致。青春期男孩的体脂含量本来就少，但是一些竞技运动却要求他们较多地减少体重，以便取得更好的成绩。其后果必然首先影响体脂，使身体失去必需的体脂量，显然是不符合卫生要求的。

学生近视预防

学生近视(myopia)是指在学龄时期发生的、与学习生活紧密相关的近视。

近视的发生与眼前后轴的长短、晶体屈光能力强弱关系极为密切。眼轴出生时约15—18 mm，生后经历了两个发育时期。第一个时期是1—3岁，3岁时已达23 mm，表现为快速增长；第二个时期是3—14岁，10年间仅增长1 mm，表现为缓慢增长。14岁时眼轴已达成人水平，约24 mm。在眼轴缓慢增长期中，晶体和角膜表面的弯曲度也渐降低，以补偿由于眼轴增长而增加的屈光度，使眼轴增长与晶体屈光力变化相适应。幼儿和部分小学低年级学生的远视状态逐步发育为正视状态。因此，幼儿和小学低年级学生的视力低下往往是远视而不是近视，须要验光检查来确定视力减退的性质。

少年时期眼的功能特点是晶体弹性较大，调节范围很广，近点距离(使用最大调节时，能看清最近一点细小对象物的眼物距离)很近。因此，当物体距眼球很近，甚至只有5 cm的情况下，仍能看清物体或字体。由于这些特点，当儿童少年，特别是那些刚开始读写的幼小儿童为了看清字迹的笔画，把书本移近眼睛，以便使视网膜上形成的字体加大，容易辨认，久而久之，睫状肌发生持续紧张或痉挛，晶体凸度增大，使远处物体成象在视网膜前而形成近视。这种由于睫状肌调节紧张而发生的近视，习惯上称为假性近视，也称调节性近视，属功能性。如用解痉药物点眼，解除睫状肌痉挛，视力可提高或恢复正常。学生中的近视有相当大部分是属于假性近视，这种近视一般度数不大，在2 D以内，以晶体厚度增加为主。如及时采取相应的保护视力措施，清除引起调节紧张的因素，视力能够好转或恢复。但如继续使睫状肌持续痉挛，造成眼球持续充血，眼压不断升高，巩膜组织变软，加上视近工作时两眼视线要向字体汇聚(辐凑作用)导致眼外肌的机械压迫，最终使眼轴向后方伸展拉长，4 D以内近视，晶体厚度开始降低，眼轴相应变长，4 D以上的近视以眼轴变长为主。提示学生近视眼的发展由调节性的假性近视发展为器质性的真性近视(轴性近视)。预防近视工作的重点要抓早、抓小、抓轻，放在控制假性近视阶段。

病因与影响因素　有关学生近视的病因及其影响因素，概括起来不外乎环境因素、遗传因素和体质健康因素三个方面。以环境因素为主因，故近视是可以预防的。

环境因素　视近工作时间对近视发生和发展的作用最大。学生学习时间过长，学习负担过重，户外活动时间少，都使眼经常处于调节紧张状态，成为近视发生的主要因素。据调查，学生的近视率(视力低于1.0的近视)随年级的升高而增高，如在城市的小学阶段近视率一般为5%—10%，初中阶段为10%—20%，高中阶段为20%—30%，大学阶段为30%—40%及以上。又如同年龄的学生，在中学学习的近视率比在小学学习的高；某些重点班的学生视力低下率比非重点班的学生高。农村学校学生的近视率和视力低下率比城市低，主要是由于农村学生户外活动时间较多，农村地区开阔，有良好的望远条件，对保护视力、预防近视有积极作用。

视近工作条件不良亦是造成近视的后天环境之一。如学习环境中采光照明差，课桌椅不适合学生身材，书本字体过小、笔画过繁或印刷不清，都可造成眼书距离过近，从而使眼调节过度紧张。

儿童缺乏保护视力知识，长期不良的读写习惯也是促使学生发生近视的重要因素。近年电视发展，吸引学生长时间观看，是增加视觉疲劳的又一因素，这是一种社会病。

遗传因素　高度近视(6 D以上)常是遗传决定的，约占儿童总数的1%—3%。在学生近视中，其家族有无近视对学生本人近视的发生有一定关系。每个个体是否发生近视，视其易患度(liability)是否超越阈值，超过即发生近视，而易患度则是该个体的遗传因素和环境因素的总和。每个人是否发生近视，都是遗传和环境因素共同作用的结果。在相同的环境因素下，近视发生率高低取决于遗传因素，在遗传因素相同条件下，发病与否就取决于环境因素。

体质和健康因素　儿童体质、健康状况可能对近视的发生有一定影响。如在患麻疹、猩红热等传染病之后易得近视。某些营养素的不足和过量(维生素B_2、钙、蛋白质、糖、某些微量元素等)与近视的发生也有一定关系，如果这些因素的作用时间不长，当其作用消除后，视力可恢复正常。

预防　预防近视强调综合措施，注意有关因素的各个环节，并把重点放在合理安排生活制度、减轻学生负担、增强学生体质、改善学习环境和培养学生良好的用眼卫生等方面。

合理安排生活制度　要结合教学改革，减轻学生学习负担，保证学生有足够的休息、睡眠、进食、个人卫生和户外活动时间。睡眠时间小学生不少于10 h，中学生不少于9 h，大学生不少于8 h。大力开展体育运动，注意营

养(蛋白质、热量、维生素B_2、钙等)，避免偏食，增强学生体质和抗病能力。

用眼卫生 要从小培养儿童阅读书写时有正确坐姿。脊柱保持正直，身体不前倾，不耸肩，不歪头，大腿水平两足着地，体位稳定，使眼书距离保持在30—35 cm。此时需要3个屈光度调节，较符合眼的调节生理。当字体距眼50 cm时需要2个屈光度调节，距离25 cm时需要4个屈光度调节，距离小于25 cm时，所需要的调节度就急剧上升。阅读时应尽可能使书本的本面与视线成直角，此时书本上的每一个字体两笔画延伸到眼所形成的视角最大，字在视网膜上形成的影象最清晰。为此，学生课桌面最好有15度左右的坡度。在平面桌上阅读时，可把书本上端适当垫高，这样头部略向前倾。教育儿童不要躺在床上、行进的车中和暗弱或强光下看书写字，以减少频繁的调节和因不合适的眼书距离而造成的眼疲劳。读写的持续时间不宜过长，每30—40 min要休息片刻，进行望远或做眼保健操等，以消除眼的疲劳。儿童连续看电视时，每30 min到1 h亦应休息5—10 min，眼与电视屏面的距离一般应为屏面对角线的5—7倍，屏面的高度可略低于眼高。为避免耀眼，室内可有一定的照度。

改善学习环境 学校的教室、阅览室、实验室要符合卫生标准。自然采光要求光线均匀，玻地比(窗的透光玻璃面积与室内地面面积之比)应不低于1∶6，室外不应有高大的遮挡物。人工照明的灯具要合理布置，使照度均匀，课桌面平均照度不低于150 lx，黑板面上的平均照度不宜低于200 lx。定期粉刷教室墙壁，黑板保持乌黑。教师板书要工整，字体不要过小。书本、油印教材上字体的大小，应与儿童的年龄相适应，年龄小的字体应该大一些，文字与纸张的黑白对比应该明显，字体要清晰。课桌椅应按学生身高配置，并定期调换学生座位。

消除眼调节紧张 为缓解或消除眼的调节紧张，可采取如下具体措施：①眼保健操：每天至少做两次，做到穴位准确和坚持做，详见“眼保健操”条。②望远：向5 m以外的远处眺望，朝向光线柔和处的目标，每日可进行3—4次，每次5 min左右。③晶体操：通过反覆凝视近处和远方，使晶体充分伸展，以达到缓解或消除调节紧张的目的。方法有远点和近点交替凝视，凝视速度1 min反覆交替8次，15 min为一回，每天可做二至三回。另一方法是使眼的视线从眼前0.5 m逐渐向远方移动，直至凝视到3—5 m处，此法每天可进行多次。近向注视，调节主要由副交感神经兴奋引起；远向注视，调节可能有交感神经兴奋作用的参与；调节为交感神经与副交感神经兴奋状态动态平衡的结果。近向注视与远向注视交替进行晶体锻炼，可恢复与增强弹性功能，使因近视过久而引起的副交感神经过度兴奋与交感神经兴奋不足趋于动态平衡状态。

学校重视 为了预防学生近视，学校应将学生视力保护列入学校工作议程，建立合理的制度。如定期检查学生视力(每学期不少于一次)，及时统计分析；定期检查教室的采光照明情况，要求班主任教师、学校卫生人员积极开展保护学生视力工作；同时要经常向学生及家长宣传保护视力的重要性和方法，使家长为学生创造良好的学习条件，改进家庭的采光和照明，督促学生遵守合理的生活制度。

近视矫治 矫治主要对象是那些未戴眼镜的、年龄较小、程度较轻的初患者，也即假性近视的学生，以控制和降低学校近视的患病率。矫治方法一定要以安全可靠、简便易行为原则。根据情况也可以二三种方法结合使用。

(1) 远雾视法：是给学生戴上+2.00 D～+3.00 D屈光度的眼镜，进行远眺或户外活动。每天戴镜半小时，6 d为一疗程，连续进行三个疗程。此法不仅可用于矫治假性近视，也可用于诊断假性近视。

目前一般认为近视早期最好不忙于配镜，因此时假性近视成分较大，戴上眼镜有镜片帮助调节，睫状肌与晶体就不需要放松调节，促成了近视的固定。如在积极采取视力保护措施后仍无改善，又明显影响学习就应配戴。

(2) 角膜接触镜：其优点可减少视物变小、变形等缺点，对双眼屈光参差和高度近视尤为适合；缺点是对散光矫正效果差。

(3) 药物治疗：胆碱能受体阻断剂——阿托品，对近视有抑制作用，但散瞳、阅读困难是其缺点。此外β受体激动剂可以松弛收缩的睫状肌，其中以异丙肾上腺素的松弛效应最强。

眼保健操

眼保健操(eye exercise)是根据祖国医学中推拿、气功和经络穴位原理结合医疗体育综合而成的一种自我按摩法。通过对眼部周围穴位的按摩，可增强眼窝内血液循环，促使调节肌细胞效应器神经介质乙酰胆碱与去甲肾上腺素恢复相对平衡，达到相互制约的作用，以缓解睫状肌紧张或痉挛。如能坚持做操并和用眼卫生结合起来，对保护视力和预防近视可起到良好作用。

眼保健操由十二节组成：①静坐。②按摩眉上部。③按摩下眼睑。④旋转睛明穴。⑤抡耳垂。⑥点风池。⑦揉曲池。⑧压合谷。⑨左右看肩。⑩浴面。⑪望远。⑫静坐。由于十二节操的内容较多，且有些穴位操作不便，后将其简化成四节到六节。四节的内容如下：

第一节：揉天应穴，以左右大拇指罗纹面按左右眉头下面的上眶角处(天应穴)，其他四指散开弯曲如弓状支持在前额上。按揉面不要大，节拍8×8，计64 s。

第二节：挤按睛明穴，以左手或右手大拇指挤按眼内眦下鼻部，先向下按，然后向上挤，一按一挤共一拍。节拍同上。

第三节：按揉四白穴，先以左右食指与中指并拢，放在靠近鼻翼两侧。大拇指支撑在下颌骨凹陷处，然后放下

中指,在前额中央部四白穴处按揉。注意穴位不需移动,按揉面不要太大,节拍同上。

第四节:按太阳穴、轮刮眼眶(太阳、攒竹、鱼腰、丝竹空、瞳子髎、承泣等穴)。拳起四指,以左右大拇指罗纹面按住太阳穴,以左右食指的第二节内侧面轮刮眼眶上下一圈。上侧从眉头开始到眉梢为止,下侧从内眼角开始至外眼角止。先上后下,轮刮一圈计四拍。节拍同上。

操练时要闭着眼睛。通常可默念节拍进行。学校中应定时集体随眼保健操音乐的节拍操练。按揉时穴位要正确,手法要轻缓,按揉面要小,以感酸胀为度,防止用力压眼球。一般每天做两次,上、下午各一次,要坚持经常做。如面部有疮疖、眼睛发炎时可暂停操练。作操时要注意两手清洁,指甲要剪短。

龋齿预防

龋齿(carious teeth)是由于牙齿经常受到口腔内酸的侵袭,使牙釉质受到腐蚀,变软变色,逐渐发展为实质缺损而形成龋洞。龋洞不会自愈,如不予修补会继续腐蚀到牙本质、牙髓。龋齿不仅使儿童感到疼痛而影响食欲、咀嚼、消化吸收和生长发育,有时会导致牙髓炎、齿槽脓肿,甚至引起全身疾病,影响健康。

流行情况 龋齿是人类最常见的发展较慢的疾病,但以婴幼儿时期发展较快。由于其发病广泛,已成为一个口腔保健的公共卫生问题。发达国家约有75%—90%的儿童在入学前已患有龋齿。中国龋齿率一般为50%。大城市高于小城市,小学高于中学。

龋患率 乳牙萌出后6个月左右就能发生龋齿(简称乳龋)。3岁乳龋患率已达60.0%,5岁达85.0%,9岁达87.8%;以后急剧下降,主要是由于乳龋逐个脱落,到12—13岁时已接近尾声。在个别儿童从5岁恒牙即开始有龋,主要是六龄牙(萌出范围5—7岁),说明恒牙龋齿(简称恒龋)也是可以在恒牙萌出后不久,在6个月左右的时间内形成。6岁时恒龋患率达22%,以后逐年上升,比较平稳,最高在15—17岁,达68%左右,比乳龋的高峰低得多。1983年全国调查,农村、城市学生恒牙龋患率分别为29.7%和40.54%,乳牙龋患率分别为58.6%和79.6%。

龋均及患者龋均 计算龋均是将受检儿童的龋齿数除以受检儿童人数,据此可了解学龄儿童中龋齿的平均数,以说明其严重情况。计算患者龋均是将受检儿童的龋齿数除以有龋齿的儿童数,据此可估计需要治疗者的龋齿数目,以便估计及安排治疗日程及人力、物力等。乳龋均和患者乳龋均都是在幼儿园和小学最高,中学最低。恒龋均和患者恒龋均则是中学最高,小学次之,幼儿园最低。托幼年龄儿童龋病的发展既多又快,应该是预防的重点对象。

龋、失、补分析 通过龋、失、补的统计分析可以反映该地区对中、小学及幼儿园儿童龋齿治疗情况。方法是将检查出来的龋齿分为三类:①"龋"是指未经补过的活动龋。②"失"是因龋病而失去的齿。③"补"是补好了的龋。在中国儿童中,活动恒龋的比重很高,占龋总数的90.3%。大量的恒龋未经过治疗,在幼儿园未经补过的恒龋竟高达100%。

龋齿的度数分配 中、小学学生中乳龋的度数分配有显著差异,乳龋中浅龋(即1、2度龋)占47.7%、3、4、5度深龋占52.3%。相反恒龋中则浅龋占85.4%,深龋只占14.6%。说明预防工作必须抓早抓小、从幼儿园就开始做起。而对恒龋则除加强预防外应抓紧1、2度龋的填补工作,以保证到中学毕业时可以有一副健全的恒牙。

好发牙及好发部位 乳龋的好发牙是第一、第二乳磨牙(第四、第五乳牙),尤其是第二磨牙。恒龋的好发牙是第一、第二恒磨牙(第六、第七恒牙),尤其是第六恒牙(又名六龄牙)。乳龋、恒龋主要的好发部位都是磨牙的咬合面。因此向儿童宣传刷牙时应着重强调刷磨牙及其咬合面。

致病因素 龋齿的发生与下列四个主要因素有关。

(1) 口腔中细菌的破坏作用:实验证明,局部没有细菌就不可能有龋齿。导致龋齿的细菌主要为变形链球菌和乳酸杆菌。它们在口腔的食物残渣上繁殖产酸,在一定酸度下(如pH值5)作用一定时间后就能腐蚀人体最坚硬的组织——牙釉质,形成龋洞。

变形链球菌,菌体内可贮存多糖,当不进餐时多糖继续发酵产生酸类,在较长时间内造成致龋的环境。致龋菌株可以在口腔中合成大量的多糖,尤在有蔗糖存在时更明显,唾液中的糖类在牙表面形成薄膜,附于其上的细菌在繁殖过程中通过对食物中糖类作用,不断合成菌斑的基质——多糖类,如葡聚糖,细菌借助于基质的高度粘性,牢固地在牙表面上增殖,形成菌斑。因此菌斑是一种致密的膜状细菌团块。菌斑下面的釉质表面布满变形链球菌,它使糖类发酵,齿脱钙形成凹陷即龋洞。龋齿发生过程中菌斑内细菌的生化作用起了重要作用。因此刷牙时一定要按要求进行,以清除菌斑的形成。

(2) 牙齿的窝、沟、邻接面,牙颈部等处不容易清洁的部位,容易存留食物残渣,形成菌斑。粘性糖和食物易附着于牙缝。

(3) 牙齿的抗酸能力:氟是抗龋的最主要的微量元素。氟在人体中主要储存在骨骼和牙齿中,尤其在牙釉质内。牙釉质内含氟量达一定高度时抗腐蚀能力强,含氟低容易受酸腐蚀,但含氟高则使牙釉质上形成黄白色斑块,也不利于牙的正常生长及功能。牙釉质含氟的多少决定于每日氟的摄入量。氟的来源主要是水,其次是食物。中国规定饮用水含氟化物适宜浓度为0.5—1.0 mg/L。但目前许多地方水源含氟远远低于上述要求。

(4) 口腔的其他环境条件:如唾液量的多少、稀稠度及酸碱度的不同与龋齿发生也都有一定关系。牙齿排列

不齐，便于食物残渣和细菌的存留，也会促使龋齿的产生。

预防

注意口腔卫生　从小培养正确的漱口刷牙习惯是十分重要的。漱口刷牙的目的有二：一是清除牙面牙缝的食物残渣和减少口腔中的细菌。刷一次牙可减少口腔中细菌的70%。二是通过刷牙按摩牙龈组织，促使血液循环，增加牙龈的抵抗力。

（1）要注意刷牙漱口的时间：过去习惯于早晨刷牙，现应强调晚上睡前刷牙，才能把一天三餐及零食留下的食物残渣及附着在牙齿上的细菌进行一次较彻底的清除。睡前刷牙后切不可再吃任何零食。

（2）刷牙方法：用顺着牙缝的直刷方法，好处是能更有效地刷下净牙缝里的食物残渣。儿童刷牙时着重刷后面磨牙的咬合面。刷牙可用保健牙刷（按牙刷卫生标准制造的）。其优点是注意了牙刷的长短、牙刷头的大小、刷毛的长短和排列、毛的软硬程度，以及不同年龄牙刷大小的不同。保健牙刷便于直刷。牙刷用后要注意冲洗干净，保持干燥。

锻炼身体，注意营养　乳齿钙化开始于胎儿第五个月，萌出后仍继续钙化。恒齿的钙化开始于出生时，第三恒磨牙的钙化要在17—20岁才完成。因此，每天必须进行户外锻炼，接触足够的日光。同时，从胎儿起就要注意母亲钙、磷、氟的摄入量。应注意供给婴幼儿、学龄儿童及青少年丰富的营养素及平衡的膳食，保证牙齿的正常钙化及氟化，加强抗酸腐蚀的能力。

氟化防龋　氟化物防龋可采用内服和外用两种方法，都可达到防龋作用：①改变牙齿结构，增多牙齿组织内的含氟量，增加牙釉质的抗酸能力。②增加唾液含氟量，抑制乳酸杆菌生长，同时抑制唾液中某些酶的作用，降低产酸，防止牙齿脱钙。氟化水源的方法是一种最好的大面积防龋公共卫生措施，所以世界卫生组织第31届全体会议再次通过信任氟化防龋的决议，并向全世界推荐。中国也应在低氟区（饮水含氟量在0.5 mg/L以下，尤其在0.1—0.2 mg/L的地区）大力推广使用，以保护儿童青少年的牙齿。

外用氟化防龋的方法主要有三种：①局部涂氟，一般以75%氟化物糊剂涂抹在六龄齿牙面上，但须在口腔科医务人员指导下进行。②氟溶液漱口刷牙。经国外小规模实验证明，以1%—2%，甚至1‰的氟溶液给中、小学生漱口刷牙，每年连续使用4周，每周一次，可收到良好防龋效果。③含氟牙膏的防龋作用也很良好。各国曾采用氟化钠、氟化锡、氟化亚锡、氟化胺等不同浓度的牙膏进行防龋实验，都有不同程度的防龋作用，抑制龋患率为20—50%。④应用氟离子透入仪。

其他防龋方法　近年来国内外口腔科曾试用多种新技术新方法以预防龋齿。主要有以下几种：①食物内添加磷酸钠以控制龋病。②激光防龋：其机制是重建齿内晶体结构，以增加抗酸能力。③涂料防龋：一些高分子结构的涂料对预防窝沟龋效果明显，但操作较繁复，有时涂料易脱落。④清除菌斑。

定期口腔检查　早期治疗浅龋，预防龋洞变深变大。在中、小学及幼儿园进行定期口腔检查和治疗是儿童青少年防龋工作的重要组成部分。它可早期发现龋齿，早期治疗，保证儿童不仅有一副好的乳牙，更重要的是有一副好的恒牙。要想保护好儿童的牙齿必须建立一个龋齿防治网，做到及时检查，及时防治。

青少年结核病预防

结核病（tuberculosis）在青少年时期是一种较常见的慢性传染病。近年来青少年结核病的感染率和死亡率虽已有显著下降，但到目前为止，仍是影响健康的重要疾病之一。青少年结核病的特点是青春期前以原发性肺结核为主，青春期开始后以继发性肺结核为主。

在青春期，生长发育特别迅速，体内各器官系统功能不协调；同时，代谢旺盛，消耗量大，如营养补充不及时，或不注意劳逸结合，身体抵抗力降低，均容易导致结核病的发生。少年的继发性结核病，起病较成人急，进展较快，病情也较成人严重，且容易恶化，女性较男性更为显著。凡患有开放性结核病的学校教师、炊事员和家里的亲人，都可成为儿童、青少年结核病的传染源。上海市调查，与结核病人有明显接触史的学生的发病率为1.73%，无明显接触史的为0.21%，约相差7倍。

预防儿童、青少年结核病的主要措施为提高机体的抵抗力和控制传染源。

提高机体的抵抗力，是预防结核病最积极有效的措施。除了制定合理的生活制度，加强体育锻炼与营养，提高机体对疾病的防御能力外，卡介苗接种是预防儿童结核病的一项有效措施。接种应以新生儿出生后的初种为重点，以小学和初中一年级学生为复种的主要对象。城市中、小学生进行复种前，应做结核菌素试验，阴性反应者再接种。一般皮上法每隔3年或皮内法每隔4年复种1次。

早期发现与儿童接触的结核病患者，实行早期隔离与治疗，是预防结核病传播的最根本措施。控制传染源的具体措施如下：

（1）凡是新任职的学校教职工，在任职前必须经过胸部X线检查，如发现有结核病，则不应录用。在校教职工每年进行定期检查，以早期发现结核病，使之不发展为传染源。

（2）结核菌素试验和胸部X线检查：以便早期发现学童中的结核病。有接触史的儿童每年应做结核菌素试验一次，强阳性者进行X线检查。年龄较大的儿童如结核菌素试验反应为强阳性，亦应即行胸部X线检查。对15岁以上的学生，每年应作胸部X线检查一次。如因受条件

限制可把重点放在有结核病接触史者的身上。

(3) 学校工作人员中，如发现有结核病患者(特别是教师与炊事员)应及时隔离。开放性肺结核病患者应该调离工作，患活动性结核病的学生应该休学。学童家庭成员中如有结核病患者，应做好消毒、隔离等工作，防止结核病的传播。

(4) 应对学校教职工和学生进行肺结核病预防的宣教工作，普及防痨知识，学校内公共场所应采取湿式打扫，严禁随地吐痰。

(5) 搞好食堂卫生管理，进餐时使用自己的食具，并采用分食制。食堂的公用食具，清洗后须经煮沸消毒才能再用。

(6) 校医应负责建立结核病人的管理制度，做好登记和统计工作，并与专业防治机构取得密切联系。

(7) 药物预防对于原发感染后易发生的严重结核病有显著的预防作用，对减少成人时期结核病的发生也有作用。为防止青春期及青春期以后潜在性病灶复发而引起的继发性结核病，对原发感染和继发性肺结核应给予药物治疗。

脊柱弯曲异常预防

脊柱弯曲异常(deformity of spinal column)即指姿势性脊柱弯曲异常，简称脊柱弯曲。脊柱弯曲常是青年服兵役和从事某些专业受限制的主要原因之一。脊柱弯曲异常包括脊柱侧弯、脊柱后凸(即驼背)、脊柱前凸及直背等。

脊柱弯曲异常的形成 儿童脊椎周围的肌肉、韧带比较柔弱，如果在学习和工作时经常姿势不正，就有可能发生脊柱弯曲异常。儿童常习惯于在脊柱呈侧弯或后凸的状态下看书学习。自认为这种姿势很自然，因而往往不听大人的劝说，习惯地从事这种单侧肌肉紧张的活动。如这种姿势得不到及时纠正，又缺少体育活动，脊柱两侧肌肉的紧张程度就会发生不同的变化，从而形成习惯性脊柱侧弯或后凸。单侧肌紧张是脊柱弯曲的重要原因。初期的脊柱侧弯仍可恢复正常，但如继续保持不良姿势，又不经常参加体育锻炼，则可发展成为固定型脊柱侧弯。此时脊柱两侧的肌肉紧张程度明显不同，常见一侧骶棘肌局部有挛缩隆起，另一侧肌肉消瘦并被拉长。这种脊柱弯曲异常以两侧神经肌肉的不协调、不平衡为特征，与矫形外科上的先天性、病理性、位置性(代偿性)及特发性脊柱侧弯不同，其发生率随学习生活条件的变化而增减。

发病率与发病特点 由于检查方法和诊断标准不一，国内外所报道的脊柱弯曲异常的发病率差异较大。联邦德国 1976—1980 年期间对 1 万余名各年龄学童进行检查，姿势缺陷发生率占 26.3%，中国哈尔滨市报道 5—17 岁学龄青少年中的少年姿势性脊柱侧弯发生率为 7.3%，其中固定性侧弯发生率为 1.4%。进入小学二年级以前一般无固定性的，而以活动幅度较小的中、下胸侧弯最多，左凸多于右凸，其原因可能与右侧肢体活动较多有关，或与携带书包的方式有一定关系。那些体质弱，不喜运动的儿童，既易发生近视，又易发生驼背或脊柱侧弯。

幼儿期儿童的直背是正常现象，但学龄儿童的直背是值得注意的。较直背更严重的是脊柱胸段前凸，小学生发生率为 0.7%，中学生为 1.2%，多为女孩。此外，还可见到鞍背，也多为女孩。

预防与矫治 首先应消除生活中导致单侧肌肉紧张的一些因素，如读书写字时姿势不正和经常一侧携带重的物件(如较重的书包)，平时应反覆向学生们加强姿势教育，无论坐、立、行，姿势均应力求端正；课桌椅要适合身材；写字时注意采光；每连续读写 40 min左右应起身休息活动片刻；课间和课外休息时应尽可能在室外新鲜空气中活动。体育锻炼对预防脊柱弯曲有重要意义。应上好体育课，让学生们多做些肋木、攀登架、单杠、双杠、平衡木、跳箱，吊环及垫上运动等。每天应做好早操和广播操，组织好课外业余活动。

对已患有脊柱弯曲异常的学生，可由校医、保健教师或体育教师组织起来，做矫正体操，全面加强肌肉的紧张力，改善全身状况；消除或减轻一侧肌肉的挛缩，增强另侧肌肉的紧张力，实施矫正体操时要按症状分组进行有针对性的矫正运动。脊柱左凸组宜多做脊柱向左弯的运动，右凸组宜多做右弯运动，有中胸左凸的人，则要左弯中胸，驼背组多做伸直脊柱的运动。矫正体操要有足够的运动量。可配合肋木、单杠、双杠、平衡木、体操棒及垫上运动等，以借助于这些器械有目的地起到悬吊、牵引、用力挺胸、压迫凸部等作用。每天除一节矫正体操外，争取每天有 1—2 h的体力活动，同时配合足够的营养。只要坚持经常的矫正操，习惯性弯曲一般 2—3 个月即可恢复正常。固定性弯曲则需更长的时间，恢复正常以后，尚用经常的体育锻炼加以巩固。

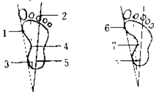
扁平足

扁平足(flat foot)即足弓塌陷，或称平足，是儿童中常见的姿势缺陷之一，它影响走路的能力和身体的姿势。足弓塌陷有两种，横向的和纵向的塌陷。

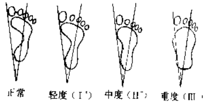
正常足弓具有良好的支撑功能，可使人体正常地从事各种劳动活动。足弓下塌不仅使下肢的支撑功能降低，还可使脊柱及全身的姿势发生改变，使整个运动支撑功能下降，甚至对身体总的功能状态也有一定影响。在生长发育过程中，当维持足弓肌肉的力量不适应所承担的重量，或不适应体重的增加时，则出现足弓下塌。不会站立的婴儿，其背胳肌肉软而无力，足部脂肪丰满，因而多为扁平足，这在卫生学上无任何意义。会站立的婴儿，较长时间站立，过早下地行走，可能是发生扁平足的原因。有

人认为，扁平足属多基因遗传。父母均扁平足者对子女扁平足发生的遗传影响最大，父母之一有扁平足者次之，父母均正常者其子女扁平足发生率最低。扁平足的遗传率为68%，表明遗传起主要作用。从易患性看，扁平足在普通人群中发生率为4.9%，患者子女(一级亲属)的发生率为26.42%，符合多基因遗传病的家族特点(理论推测值为22.14%，即 $\sqrt{\frac{4.9}{100}}$%，两者比较，$X^2=2.525$，$P>0.05$)。因此，在预防工作中不可忽视家族史。

青少年的扁平足，一般无不适感，仅在检查时被发现，多属轻度，如及时采取措施很易矫正。随年龄增长，有的足弓下塌程度加大而有不适感。临床上对既有扁平足体征，又有主观感觉不适的称平足症。平足症早期在舟骨结节处略有肿胀和压疼，跑跳和走路后，局部症状加重。严重时，每当站立或行走，足部疼痛即明显加剧，并伴有膝关节、腰部的不适及足和小腿水肿等。



1. 第一线(沿足印内缘画一切线) 2. 第二线(自中趾中心到足跟正中) 3. 第三线(第一、二线夹角的等分线) 4. 足迹内侧线 5. 足后跟中心 6. 内侧部 7. 中间部 8. 外侧部



轻度(Ⅰ°)：扁平足足弓内缘在中间部分 中度(Ⅱ°)：足弓内缘在内侧部分 重度(Ⅲ°)：足弓内缘超出内侧部分

扁平足的分度

据中国调查(1976—1979年)，学童中扁平足的发生率为10.3%—19.4%。联邦德国1976—1980年调查，足弓明显变形占受检学童的31.7%。一般女稍高于男，青春期以前随年龄的增加而逐渐下降，青春期开始后又见增加。

为预防扁平足，平时宜适当从事体育活动，尤其足尖活动，如弹跳运动、跳绳、跳远、跳橡皮筋、爬竿以及踮足尖的舞蹈等；长时间站立劳动或长时间走路时，中间要适当休息；避免负荷过重的劳动。扁平足矫正体操有一定作用，它包括用足尖、足外缘、足跟走路；坐在椅子上用足趾滚动体操棒；用两足抱球等动作。有症状者可每天进行按摩，并用热水洗脚。

青少年行为问题

青少年时期由于生长发育迅速，尤其是性器官和性功能发育，因此带来了一系列与生理、心理有关的行为问题。主要有：吸烟(见"青少年吸烟"条)、遗精、手淫、青少年怀孕与性病等。

遗精 遗精是正常生理现象，常在睡眠和梦中发生。遗精的原因是生殖器官受到刺激，神经兴奋达到一定程度引起的。对偶有遗精不必恐惧，频繁遗精，如一夜发生二三次，以及一有性冲动就排精才是病态。青少年的频繁遗精多半是由于手淫所致。

手淫 手淫是玩弄外阴的不良习惯，由于好奇和舒适感引起。青少年(以男性居多)偶有手淫活动，并无害处。但手淫会引起性中枢兴奋，过度手淫可加重性中枢负担并使其功能失调，男性可出现阳萎、频繁遗精等症状；女性引起月经不调、痛经等症状。经常手淫也可使大脑过度兴奋而引起神经衰弱，出现精神不振、记忆力下降、头晕、失眠等症状。有些青少年因此感到自卑、精神负担沉重、体质下降，甚至悲观失望无以自拔，严重影响学习、工作和健康。及时给予有关性器官、性功能、性生活的正面教育，鼓励引导青少年积极参加文体活动，和投入紧张的工作学习，可纠正这种不良习惯。此外，内裤不要太紧、被子不要盖得太厚，睡前用热水洗脚和避免过度兴奋等，对戒除手淫和消除频繁遗精有积极作用。

怀孕与性病 有些国家在"性解放"的影响下，青少年未婚怀孕和性病明显增加。青少年可由怀孕引起合并症而死亡，在这些国家中已成为该年龄组的主要死因。一般来讲，年龄越小怀孕危险性越大，因为他们生理上不够成熟，容易发生子痫、贫血、难产，尤其是中期流产或非法堕胎危险性很大。发生合并症的机会比早期流产大4倍，并随着年龄变小而增加。少女所生婴儿死亡率和患病率比其他任何年龄组妇女所生者均高。这种婴儿常合并智力或体格发育缺陷。青少年过早性生活常引起性病流行。由于他们幼稚无知、放纵、羞愧等特点，即使已经发现自己患了性病，也不愿接受治疗。青少年过早性生活也带来了其他一系列社会道德和法律问题，如弃婴、非婚生子女受歧视，各种恋爱悲剧造成的精神创伤、自杀、凶杀、家庭破裂等。为了防止日益增多的国际交往可能带来的一些不良影响，必须加强对青少年的关怀，一方面不要搞神秘化，要及时地循序渐进地向青少年讲授生理卫生知识，针对他们存在的问题进行人生观教育；另一方面须动员社会力量，严禁各种毒害青少年身心健康的黄色书刊、录音、录象、电视、电影的流行，从重打击诱骗犯、强奸犯、教唆犯等。

创伤 创伤是青春期又一重要问题，尤其在男性中。青少年体力迅速增长，反应灵敏，又常常过高的估计自己的力量，因此容易造成许多不必要的损伤。最常见的是车

祸，或在劳动、体育比赛中发生意外事故，以及打架斗殴等问题。不仅可引起骨折、各种残废，在有些国家甚至已成为青春期最高的死因之一。因此，必须及时给予必要的安全教育，采取适当的安全措施。

酗酒、吸毒及滥用药物 在一些国家，青少年因酗酒狂饮引起酒精中毒，因吸食吗啡、海洛英、大麻叶等毒物及一些神经兴奋剂而造成精神颓废、意志丧失、神志模糊或处于高度神经质状态。滥用药物成瘾，并可导致偷盗、行凶、抢劫等大量犯罪活动。

青少年吸烟

吸烟(smoking)在全世界成年人中是一个普遍的嗜好。青少年中也相当普遍。吸烟的比例在不同国家、地区，不同年龄、职业的青少年中差别很大。控制青少年吸烟对保护他们的健康具有重要意义。

60年代后期以来，中国青少年吸烟比例显著增高。1981年对北京市两所重点中学、六所非重点中学3 643名中学生的调查，学生吸烟人数相当多，但在不同类型学校，不同性别、年级间有显著差别。重点中学430名男生中仅有4人吸烟，吸烟率为0.9%；女生中无人吸烟。非重点中学中男生吸烟率随年级增高而增高。同年对工人调查，女工一般无人吸烟，男工吸烟率很高，20岁以下男工为90.5%，21—30岁为96.8%。1986年福建莆田市调查1 419名中小学生，首次吸烟率，男生36.3%，女生1.9%。年龄最小为5岁。12岁以下约占26.2%。吸烟率随年龄增大而上升。

吸烟对青少年健康的影响 由于青少年正在生长发育时期，各系统、器官尚未发育成熟，对外环境中有害因素的抵抗力弱。同时青少年的支气管比较直，烟雾微粒和有害物质吸入后，容易达到细支气管和肺泡，因而毒物易于吸收，组织损伤严重。由于童年期吸烟的危害要到成年以后才逐步暴露，吸烟对儿童健康的不利影响常被人忽视。吸烟对儿童和青少年的影响一般可分为及时的和后期的两类。及时的影响有：①头晕：初学吸烟者或经常吸烟者一次吸烟过多，在吸烟当时或吸烟后一段时间内均可出现头晕。②学习能力下降：吸烟学生的成绩明显低于不吸烟者；且父母吸烟的子女学习成绩也比父母不吸烟的学生低。成绩下降可能与血中碳氧血红蛋白增多，大脑供氧不足有关。③普遍出现咳嗽、多痰，有些青少年还出现呼吸短促。其原因一是细小支气管痉挛狭窄，通气功能下降，其下降程度与吸烟量及吸烟年限有关；二是由于血液中碳氧血红蛋白增加，血液供氧不足。

后期影响有：①慢性支气管炎：从童年至成人一直吸烟的人发生慢性支气管炎比例较高，表现为长期慢性咳嗽、多痰，并可进一步发展为肺气肿及肺原性心脏病。②肺癌：一般认为吸烟开始年龄越早，发生肺癌的机会越多，20—26岁开始吸烟者肺癌发病率为不吸烟者的10倍，15—19岁开始吸烟者为不吸烟者的15倍，小于15岁开始吸烟者为不吸烟者的17倍。③增加死亡率：吸烟对死亡率的影响很大，童年期就已养成了吸烟习惯的成年人的死亡率要比不吸烟者为高。

青少年吸烟的原因 社会环境的影响对青少年是否吸烟是一个重要因素。北京市的调查表明，不少青少年吸烟是由于看到别人吸烟觉得好玩而学着吸的，这可能与青春期少年好奇的心理有关。也有些是由于和自己一起玩的同学都吸烟，自己就跟着吸。由于烦闷无聊而吸烟的学生比较多，反映了在部分学生中缺乏理想，没有事业心的心理

另外，应重视父母吸烟对儿童的影响。父母吸烟的儿童其吸烟率比父母不吸烟的儿童高。北京市1981年调查，家长吸烟的学生吸烟率为25.4%，家长不吸烟的学生吸烟率为13.6%。这是由于家长自己吸烟而放松了对孩子的要求，也可能由于家长吸烟而家中经常有烟，使孩子比较容易获得香烟。

控制青少年吸烟的措施 ①宣传吸烟有害，在社会上造成良好的控制吸烟的环境。②在学校里进行吸烟危害的健康教育。③医务人员、教师及家长，应以身作则，以自己的表率行动教育青少年不吸烟。

学习能力

学习能力(learning capacity)是指学生在教育过程中从事脑力劳动的能力，它主要取决于高级神经中枢(即大脑皮质)的功能活动状态，也与其他有关器官的功能有联系。为了提高学生的学习效率和预防疲劳发展，必须根据高级神经活动的特点与规律来安排学习，充分利用一切有利因素，消除不良因素，以提高学生学习能力；同时，通过测定学习过程中学习能力的变化，对学生的学习负担进行卫生监督。

学习能力变化的一般规律 在学习日开始时，神经系统要克服本身的惰性和调节有关系统器官的功能，因此学习能力是逐渐升高的，约在第二个学时才达到高峰，以后又逐渐下降，午间休息后回升，然后又逐渐下降，到学习日末时下降至稍低于学习日开始前的水平；或由于即将从事另一种休息性活动的前驱性兴奋而略有回升。

在学周中，学生经过星期日休息后，疲劳有所消除，但由于开始学习需要有一个过程，一般星期一的学习能力不高，星期二才升高，高峰维持到星期三或星期四，以后下降。

在一学年中，学生在第一学期的后半段学习能力比前半段高，而第二学期的学习能力在一个充分休息的寒假后较之第一学期后半段又有提高，以后逐渐呈下降趋势，到暑假前达最低水平。

影响因素 目前已知学习活动与大脑的许多部位有关，如海马区与注意和记忆有关，丘脑和脑下网状结构与

思维和注意有关。神经细胞内的RNA和蛋白质起着贮存记忆信息的作用。中枢神经递质如5-羟色胺、乙酰胆碱、肾上腺素等，也参与注意和记忆的神经机制。

学习能力随年龄而不同。年龄愈小，兴奋过程愈占优势，兴奋和抑制容易扩散，注意力不能持久，易于出现疲劳。同年龄儿童中，神经类型属兴奋型和弱型者学习能力较低，脑功能轻微失调的儿童，对任何事物都只能关注片刻，系缺乏某种中枢神经递质所致。凡中枢神经和肌肉系统的功能、形态发育水平及行为抑制能力未达到"入学成熟"(school maturity)的一年级学生，其学习能力和学习成绩明显较低，但年长以后这种影响即逐渐减少

学习负担过重和睡眠不足，往往是造成学习能力下降的主要原因。此外，休息时间和方式、教学内容和方法、课程表安排，学习地点的采光照明、微小气候、噪声、课桌椅和各种学习用品的卫生质量，营养和疾病等，都可影响学习能力。

体育锻炼能提高脑干网状结构的兴奋性，使肾上腺素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱和肾上腺皮质激素释放入血。因此当学习疲劳时，进行适量的体育活动(一般½—1 h为宜)可有效地恢复学习能力。

学习负担的生理学评价　学习负担，包括学习的难度和分量，综合反映在学习时间上。持续学习一定时间后会出现疲劳，这是由于皮质细胞已达到功能损耗大于恢复的程度，超出其工作能力的限度而产生了超限抑制。这时细胞的功能活性暂时降低，以使皮质细胞充分休息，避免进一步的损耗，并加速恢复。疲劳是一种具有保护性作用的生理机制。

疲劳时常伴有疲倦感，这是身体对疲劳时各种功能变化的一种综合反应。但也有例外，如由于情绪兴奋引起下丘脑中枢积极活动，脑干网状结构和垂体—肾上腺系统的功能活性提高，使大脑皮质兴奋过程占优势，此时虽学习能力下降但无疲倦感，小年龄儿童和青春期少年尤其如此；相反，当情绪低落时，虽学习能力尚未下降也会有疲倦感。学习所致疲倦感的表现是头昏或胀痛、全身乏力、嗜睡或失眠、易激动、头热足冷等。

研究学习负担，观察学习过程中功能的变动情况，可以疲劳的出现作为判定学习负担的生理学依据，并以出现早期疲劳变化所经历的学习时间确定为学习负担标准。若学习后出现显著疲劳，或学习过程中的学习能力动态不符合一般规律，都说明学习负担过重，长期下去可能发展为过度疲劳而成为一种病理状况。此时，委靡不振、迟钝、冷漠、情绪不稳定，学习能力和学习成绩下降，易疲倦，睡眠紊乱，甚至发生神经衰弱，对疾病的抵抗力也降低。

青少年作息制度

作息制度一般是指昼夜内学习、课外活动、进食、个人卫生、睡眠和休息的时间分配和顺序。学校作息制度还包括学年和学周的安排。青少年作息制度，应根据年龄生理特点和年龄心理特点，结合教育上的要求和健康的需要来制订。合理的作息制度，可保证劳逸结合，生理和生活的各种需要得到满足，有利于身体发育和健康；又可使各种生理过程形成一定的生物节律，使神经活动过程变得更均衡和灵活，对学生的健康和学习效力的提高有良好影响。

作息要素　作息制度中各种要素如下：

(1) 课外活动：包括体育、文艺、科技活动、社会工作、社会活动和公益劳动等，可促进学生体力和智力的发育，培养卫生习惯和树立劳动观点。课外活动必须有尽可能多的户外活动时间，其中以户外体育活动尤为重要。运动可引起生长激素释放，肾上腺皮质功能加强，其他各种生理功能改善。保证学生每日1 h的体育锻炼时间，可提高体育水平和学习能力，增强对疾病的抵抗力。

(2) 进餐：进餐应定时定量，使胃部的负担适宜，消化器官的功能活动形成生物节律，促进食欲，并有利于食物的消化、吸收和利用。若进餐时间和食量经常改变，吃零食或餐间相隔时间太长，都会使食欲减退，消化功能减弱。此外，从容进餐，进餐前后适当休息，各餐热量合理分配等也是保证消化器官功能活动良好的因素。

(3) 睡眠：睡眠对发育年龄的中、小学生有重要意义。生长激素与脑的蛋白合成有关，对长时记忆的形成有良好作用，因此必须保证充足的睡眠时间。如果学习负担过重，长期睡眠不足，则可导致精神委靡不振，脾气暴躁，食欲减退，身体发育水平和学习能力下降，容易患病。

(4) 休息：是恢复学习能力，避免疲劳发展的重要措施。课间、午间和晚自习前有适当的休息时间，可使学生在一日学习结束时学习能力不至于严重下降。课间休息时应鼓励全体学生到室外活动，这不仅起到积极性休息作用，且有利于室内换气。短时间午睡和晚自习前适量的户外活动有助于提高其后一段时间的学习能力。

(5) 清洁卫生：每天应安排一定时间让学生处理个人卫生，如整理床铺、扫地、梳洗、洗刷碗碟等，从小培养他们讲卫生爱清洁的良好习惯。学校组织的大扫除和卫生值日制度对卫生习惯培养有良好作用，应动员学生积极参加，家长和学校应密切配合，合理安排时间，一般以每天一小时左右为宜。

一日生活制度　一日生活制度安排应根据以上卫生原则，结合青少年的年龄特点，制定有规律有节奏的一日生活制度，原则是：年龄愈小，睡眠和户外活动时间愈长，学习时间愈短。

(1) 昼夜睡眠时间：随年龄和健康状况而异。根据1978年教育部规定，小学生每日应睡足10 h，中学生每日应睡足9 h。

(2) 进餐时间：每次至少15～30 min，体力活动后休息30 min后才进餐，餐后休息0.5～1.5 h再开始学习

和活动。中、小学生一般每日3餐，餐间相隔5—6 h，热量分配一般是午餐最多，早晚餐较少：早餐占30%，午餐占40%和晚餐占30%为宜。由于中国习惯上早餐吃得少，而学生上午学习量又较重，故最好在第二节课后补充一次课间食。

(3) 课外活动时间：合理的课外活动有益于青少年身心发育，社会活动过多反会造成体力和脑力负担过重，且减少其他生活要素所必需的时间。因此在通常情况下，中学生的社会活动时间应严格控制在每周2 h，社会工作每周不超过3 h。课外活动的重点应放在保证必要的户外活动及个人选择的专业小组活动时间上。这有助于解除青少年新陈代谢高、需要新鲜空气多而肺活量小的矛盾，弥补呼吸功能不够完善的缺陷。户外活动时间，小学生应每天保证2—3 h，中学生每天2 h，其中锻炼时间均应在1 h以上。还可根据青少年年龄特点及个人爱好，在自愿参加的基础上组织各种课外专业小组活动，如画画、下棋、手工、唱歌、舞蹈、文艺欣赏，以开阔他们的眼界和思路，培养他们多方面的自学能力。

(4) 学习时间：每日学习时间，小学高年级6—7 h，初中8 h，高中9 h。课时长短安排则应根据不同年龄的有意注意时间而定，中、小学一般以40—45 min为一节课，每天5—6节，小学一年级在每节课40 min安排下，应有2—3 min的课间操。

课程表的合理编排是培养学生生活节奏、预防疲劳和提高学习效率的重要保证，应根据学生在学习过程中学习能力变化的一般规律而定。学日中第二、三节安排较难的课(如外语和理科课程等)，第四节或下午末节安排较易的课(如图画、音乐、手工、体育等)；第一节前安排短时早读以提高第一节课的学习效率。早读不宜过早开始，以免影响学生睡眠不足或来不及吃早餐。在学周中，星期二、三、四的课业负担可较重，星期一、五其次，星期六最轻。除作文或讲课与实习结合的课程外，相同课程不宜连排，小学尤其如此。因为长时间的单一刺激容易引起超限抑制发展，年龄愈小发展愈快。

在学年中，学生年龄愈小，假期愈长，寒、暑假起止日期可因各地气候而异。学期末学生的学习能力显著下降，此时最好少排新课，多安排些复习。

课间休息一般不应少于10 min，第二、三节课间应延长到15—20 min，以便组织学生进行课外活动和课间食。课业负担过重、教师拖堂是造成学生疲劳和学习效率下降的重要原因。学校卫生工作者有责任反覆向学校领导和教师宣传一日作息制度的科学意义，定期检查监督执行情况，保证青少年的正常生活节律。

实行二部制教育的地区，每学期调换上下午班级，不利于培养良好卫生习惯。如第一部学生上学过早，导致睡眠不足，或来不及吃早餐即赶往学校；第二部学生则放学较晚，教室换气不足；不同年级学生共用一个教室也不利于合理分配课桌椅，容易对学生造成精神和健康的不利影响，必须设法避免上述缺点，并积极创造条件取消二部制。

虚弱青少年作息制度 对患慢性或迁延性疾病、急性病初愈、发育显著落后及有支持运动器官功能障碍的青少年，应在医生指导下区别对待；严格限制学习负担，必要时减少学习总时间，降低对成绩的要求，免修特别难的课程；规定午睡和增加户外活动；坚持适当的体育锻炼或进行医疗体育；提高营养质量，实行少量多餐，定期检查身体和矫治疾病。

教学卫生

教学卫生是根据与学习有关的器官系统发育水平和功能活动特点，对授课和各种学习活动，如阅读、书写、唱歌、考试等提出卫生要求，以提高学生的学习效率，减少疲劳，促进发育。

授课卫生 授课内容和方法应按照认识事物的一般规律和学生智力发育的年龄特点循序渐进，既不能要求过高，又要促使其进一步发展，同时针对个别情况因材施教。教学中要启发学习自觉性和培养独立思考能力，教师要对学生耐心诱导，不能使用讽刺、责骂、恐吓、留堂、体罚或其他虐待手段。

小学生的认识活动是从具体形象思维向抽象逻辑思维过渡，由口头语言向书面语言发展；小学生自制能力、学习能力和主动性较差，有意注意只能持续20—25 min左右。因此教学应由浅入深，由具体到抽象，注意发展口头语言和向书面语言的过渡；要提出明确的学习任务并教会他们完成任务的方法。一节课的前¾时间授课，后¼复习或布置作业。适当采用游戏、讲故事等方式引起学生兴趣，并以表扬和鼓励为主。

初中学生已逐步树立与社会相联系的学习动机，但自觉性和兴趣仍不够稳定；有意注意力在适当的教学条件下(如穿插一些提问讨论)可持续到40 min；思维具有独立性和批判性，但容易限于表面和片面。教学中应发展他们的抽象逻辑思维能力，鼓励他们“好疑”和“争论”，同时注意克服表面性和片面性；对他们既要尊重又要适当监督。

高中学生的智力进一步发育，逐渐接近或达到成人水平。教学内容可更复杂、高深和抽象，但仍需采用实验、实习和现场教学等方法巩固和验证理论知识，应注意培养他们精确观察和辩证逻辑思维能力。

授课中可利用电视和录音等新技术辅助教学，有利于提高学习效率，但每次时间不能过长，教室的建筑和设备要保证适宜的视、听条件。

阅读卫生 见“学生近视预防”条。

书写卫生 书写时除了大脑皮质、视觉器官和维持坐姿的肌肉紧张外，还有手、腕和肩胛带肌肉与关节的活动。因此，除与阅读同样的卫生要求外，还应规定书写的

每次持续时间，如小学生为5—15 min，中学生20—30 min。小学低年级学生不宜多用钢笔和毛笔写字。铅笔要求笔心软硬适中。初学写字时即应教以正确的写字方法和握笔姿势，前臂平放在桌面上，铅笔或钢笔杆与作业本成60°角，握笔时食指应距笔尖至少1 cm，大拇指距笔头更远些，约2 cm，写字时主要靠腕关节使笔杆活动自如。

唱歌卫生 唱歌时主要是喉头肌肉、声带和肺部紧张活动，且吸气快，张口呼吸。因此应注意预防呼吸道疾病和保护声带。唱歌场所要空气新鲜，冬天不在户外迎风处，以免吸入污浊和过冷的空气而引起呼吸道疾病。唱歌时应站着并昂首挺胸，以便于发音和呼吸。刚进入青春期的少年，喉部各软骨发育特快，组织逐渐坚固，声带变长变厚，开始变声，同时由于声带发育较快而喉肌较弱，唱歌时互相不协调而容易疲劳，因此这时要特别注意保护声带，唱歌的音调不宜太高，声音不宜过大，时间不能太长，以免引起声带肥厚和闭口不全等病变。

考试卫生 一般在考试期间学生的学习时间延长，睡眠和体育活动不足，视力与脑力过度紧张，容易引起头痛、头晕、失眠、食欲减退、体重减轻和视力下降等症状。同时由于情绪紧张，使交感神经兴奋性加强，肾上腺素和去甲肾上腺素分泌显著增加，脉搏加快，收缩和舒张血压升高，到学日末学习能力比平时更降低。应减轻学生对考试的恐惧心理，考前安排适当的复习时间并给予辅导。考试期间更应注意督促学生遵守作息制度，坚持锻炼，最好在午睡、晚睡前1 h停止极度紧张的复习，到室外适当活动。保证复习地点的照明和安静，教育学生注意用眼卫生。适当加强营养，特别要增加蛋白质、糖类、脂类和维生素A、维生素B和维生素C等成分。对患病及病后恢复期学生应酌情给予补考或免考。

残废青少年教学卫生 残废青少年应在特设的学校中学习，除遵守一般的教学卫生要求外，还应考虑他们特有的卫生问题，如对盲聋哑青少年除教给文化知识外，更主要的是教以适当的劳动技能。这些青少年由于身体有缺陷，容易产生自卑和悲观失望情绪，教学中不宜操之过急，应多方鼓励他们提高学习的自信心和积极性，尽力学好他们力所能及的知识和技能。

盲少年主要依靠听觉和触觉接触外界事物，这些器官比正常少年相对地较灵敏，但由于失去视觉，行动不便，故一般身体发育和健康状况较差。在教学中对盲少年应特别注意锻炼和保护听觉和触觉，鼓励和训练他们参加体育活动。由于盲少年走路往往低头弯腰，学习时听声和手触盲文也要低头和侧弯躯干，因此应特别注意训练正确的走路姿势和开展预防脊柱弯曲异常的体操。盲少年对性发育的神秘感更甚，应特别加强青春期生理卫生的教育，聋哑少年的发育和健康一般与正常少年相近，但他们用眼时间较多，要特别注意其视力保护。

对智力低下少年，应进行感知觉和动作训练，教以自理生活、家庭劳动和生产劳动的简单技能，训练与他人接触往来的社会适应能力，以培养性格和情绪的发展。这些少年有意注意时间很短，思维以具体形象为主，情绪表现强烈而短暂，不易控制，而且易反映于行为，表现为紧张、烦躁、畏缩、忧虑、焦急、打人、哭泣、固执和情绪暴躁等幼稚举动。教学中应耐心开导，以鼓励为主进行教育。

学生劳动卫生

学生劳动卫生是用生理学、卫生学和临床医学的观点与方法，研究劳动教育中各种劳动及环境因素对学生机体的影响，从而提出劳动负荷、劳动制度、劳动姿势、劳动场所与设备等方面的卫生标准和要求，并对劳动课工种选择及少年职业选择进行医学监督。

劳动负荷 体力劳动时能量消耗较大，氧耗量增加，呼吸和循环功能活动加强，可根据劳动时能量消耗和心率变化，划分劳动强度的大小。

劳动时氧耗量和最大摄氧量的百分比称相对负荷指数，可作为劳动强度分级指标：25%以下为轻度，26%—50%为中度，51%—75%为重度，75%以上为超重。也可按最大摄氧量的1/3规定为14—17岁学生的最适劳动负荷上限，男少年每分钟平均约为49—60 ml/kg，女少年约每分钟37—45 ml/kg。决定个别学生的最适负荷时应考虑其体重和体力、耐力。一般体重大者最大摄氧量亦大，但肥胖者和青春期女孩们这种相关比较小；体力、耐力则决定于每次心搏的摄氧量。

少年搬运重物时，通常以劳动后脉率增加不超过安静时的90%，并在10 min内恢复为合理负荷的指标。也可用心率恢复曲线作评价，即劳动前测定安静时心率（或脉率），劳动后0.5—1 min、1.5—2 min和2.5—3 min时又各测一次。若劳动后第三次比第一次慢10次/min，或三次均在90次/min以下，说明负荷合理。

根据国际劳动组织（ILO）建议，16—18岁男少年单人负重不应超过15—20 kg，少女不超过12—15 kg，16岁以下男、女少年不宜经常参加搬运工作。

劳动制度 劳动制度包括工作日长短、劳动速度与节律、工种轮换、工间休息等安排。

劳动时间长短应和青少年的生理特点相适应，休息时间的安排也应合理。当工作能力开始下降时要及时休息，至工作能力恢复到原来水平时再工作。小学劳动课一日不超过2—3节，中学不超过4—6节。技工学校一日的理论课和劳动课总时间不应超过6 h。劳动训练14—15岁学生一日最多4 h，每50 min后休息10 min，2 h后休息0.5 h；16—18岁一日最多6 h，每1.5 h后休息20 min，中午至少有1 h进餐和休息。开始上劳动课时或在不良因素作用下，应缩短工作日和增加休息。18岁以下不上夜班。农业劳动时，较小的儿童应缩短到每30 min后休息10 min，夏季在田间劳动，要避开烈日当头的时间。

劳动速度应逐渐增快，并在结束前适当减慢。要增加工间休息次数和延长午休时间；单一动作和长时静态肌紧张的劳动，应通过工种轮换达到改变体位和减轻疲劳。

劳动姿势与劳动设备 劳动时应取正确姿势，尽量减少肌肉静态紧张和能量消耗；避免神经、血管和内脏受压；防止发生脊柱弯曲异常、扁平足和近视。劳动中应注意轮换不同姿势的工作；站位或坐位劳动时，应尽量加大支点面积并使身体重心落在支点面积上；保持脊柱正直，身体前倾时髋关节宜弯曲约60°；膝关节不弯或成钝角，踝关节放松，双足平放在地面；胸、腹部不要压在工作台缘或其他物体上；头部前倾应不大于15—20°；眼物距离不小于30—35 cm。

劳动设备(工作台、机床、工具)若不符合青少年的身材和体力，会导致劳动姿势不良，因此应有特定的卫生标准。下表是哈尔滨医科大学提出的金、木工工作台高度标准。

金、木工工作台高(cm)

身高分组(cm)	虎钳唇高(cm)	木工工作台高(cm)
145—152	97	72
152—159	101	75
159—166	105	78

同一年级使用的教学车间，可根据多数学生的身高配备两种高度的工作台，另备垫板供个别学生垫脚用。17岁以下少年用的工具应与成人不同，其重量和大小要适合其体力及身高与肢体的比例。

劳动场所和安全保护 教学车间应设在干燥、向阳、宽敞、远离易燃易爆物品的地点，远离教学楼和办公楼并在其下风侧。车间内的通道要宽，有良好的通风、取暖、降温、照明及冲洗等设备。精细工作的工作面局部照度至少有150 lx，另外要有照度达50 lx的全面照明。车床齿轮和轮带要装防护罩。散热器应加隔热设备。产生毒物和粉尘的地点要求有密闭装置及电动排风设备。凡有外伤危险、腐蚀或磨损衣服与皮肤的操作，在辐射热、低温、潮湿、噪声、刺激性气体、粉尘或毒物等场所劳动，应根据其特点发给必要的个人防护用品和给予劳保待遇。要订出安全操作规程和经常进行安全教育。做好工伤登记和分析事故原因，并采用针对性的预防措施。

参加农业劳动时，劳动地点应无地方病或传染病的流行，上工路途不宜离学校太远。劳动前在校内按需要完成必要的预防注射。劳动期间做好饮食卫生、宿舍卫生、农业劳动保护、预防疾病和意外事故。

少年劳动的工种限制 中、小学劳动课应根据学生年龄、性别和健康状况安排工种。完全禁止工伤危险性较大的工种，如粉尘作业、存在有害物理因素以及接触化学毒物的工种、重体力劳动、强迫体位及高速度和高精确度的工作。女生从青春期开始以后，体力劳动荷负应比男生轻，月经期间减轻劳动强度和避免冷水作业。患慢性病、体弱或残疾的学生，应根据病情减少或免除劳动，急性病后应待功能恢复再安排劳动。19岁以下的技工学校学生在有毒害的环境下生产实习，每日不应超过3 h；在95—100 dB(分贝)的噪声环境下，少年一天内连续工作不应超过2 h，若必须连续工作3 h，则每隔50—55 min应在无噪声处休息10—15 min。应禁止17岁以下少年参加同时受噪声和震动作用的工作，17岁以上者其工作时间也要限制每天在3 h以下。

职业选择的医学监督 医师应根据各类职业劳动过程对身体的要求，结合就业少年的健康情况，对其职业选择进行指导。体检应全面，尽量发现早期的病变，特别注意与职业有关的病史和身体素质，对患病者还应查明疾病的性质、程度及功能代偿情况。确定健康少年的职业适应时，要按照该种劳动的要求评定身体发育和有关生理功能。确定患病少年的职业限制和禁忌，应根据病情作出诊断并考虑疾病在这一劳动条件下发展的可能性，例如风湿病、有瓣膜和心肌损害者，只能从事一些自行掌握时间的手工劳动，而无瓣膜和心肌损害者，在最近一次发作后半年便可选择职业，但要限制重体力和避免在潮湿与寒冷条件下劳动。

青少年体育卫生

体育卫生主要包括体育课卫生、课外体育活动卫生和假期活动卫生，目的是通过体育锻炼，以促进学生生长发育和增强健康。

体育锻炼的生理要求 锻炼必须在科学原理的指导下进行。不适当的锻炼方式和过量运动反而会对健康和学习产生不利影响，使体质下降，甚至造成创伤。考虑到青少年年龄、性别、健康状况的特点，必须掌握以下生理要求：

(1) 必须适合年龄特点：小学年龄阶段，骨骼没有完成钙化而富有弹性，不易骨折而易发生变形。因此，要注意正确姿势的训练，预防发生脊柱弯曲异常；要加强足部弹跳，锻炼足弓承担自身体重，预防发生扁平足。此时少年神经系统及与视、听觉有关的系统发展较快，可塑性大，适于发展平衡、协调、反应灵敏、柔韧等能力的训练，如跳、跑、平衡、投掷、游泳等体育活动以及广播操等。

中学年龄阶段，骨化过程进行比较激烈，骨骼、肌肉都在增长。心脏发育在青春期进入第二次突增阶段，重量可达到出生时的10倍，但心脏到35岁左右才能有一个恒定的大小，为生长发育最晚的器官之一，这一特点在训练中应重视。肺活量的增长以青春期更为明显，因此对需要具备较大肺活量项目的游泳、中长跑，在此时期正好进行。12—17岁应着重发展速度、力量和一般耐力，以促进

身体全面发展,在掌握各种技能的基础上逐步进行专项训练。17、18 岁以后,男女已达到性成熟后期,肌肉力量的增加比前明显,可以进行专项训练。

(2) 必须适合性别特点:女生较男生肌肉少,下肢短,脊柱相对长,骨盆较宽,这些限制了奔跑跳跃的成绩,但因身体重心低,对完成下肢支撑的平衡动作有利。女生心脏重量比男生小 10%～15%,心脏容积也较小,因此运动时心跳比男生快。女生肩狭,胸肌发育差,肺活量小,所以呼吸功能比男生差。在青春期发育后,随年龄增加差距越来越大。因此在安排运动量、运动项目、运动器械及运动成绩等方面必须男、女有别。女生在月经期一般应停止游泳,防止冷水刺激;禁止从高处向下跳,减少腹压活动,视个人的反应情况,适当参加一些广播操以逐步消除或减轻月经期不适感觉。

(3) 必须适合健康状况:在体育锻炼时对不同状况的少年实行分组训练,以合理安排运动量和训练内容。健康分组的条件是:①根据少年不同的发育状况将其分为上、中上、中、中下、下等各个等级(见"发育等级评价法"条)。②根据学校历年健康检查记录、病假登记等确定的健康状况。③根据已往训练、运动史确定学生可接受的训练程度,必要时可作生理功能测定以辅助判断,如心血管功能试验等。

(4) 坚持循序渐进,全面训练的原则:体育锻炼要坚持经常、有计划有步骤地增加运动量和运动的复杂程度。强调全面锻炼,以免影响正常生长发育,防止身体畸形发展。

(5) 做好准备活动和整理活动:在每次训练前要有充分的准备活动,训练后要有整理活动。经过适当的准备活动,运动量逐渐增加,可使植物神经系统,特别是心血管系统有足够时间逐步提高活动水平以适应剧烈运动的需要,消除肌肉、关节的僵硬状态,减少外伤的发生。有针对性的准备活动又可重新熟练、提高既有的运动技巧。运动停止后,植物神经系统由紧张状态恢复到安静时的水平需要一定的时间,因此应进行一定量的整理活动,为了躯体及内脏比较一致地恢复至安静状态,必须逐渐减少运动量,一般利用慢跑、散步、放松体操等来达到这一目的。

体育课卫生 体育课的卫生要求重点在于合理安排课程内容和运动量,使之适合学生的性别、年龄特点和健康状况,适当注意全面锻炼。

普通中、小学的体育课,每周不应少于 2 学时。其运动量取决于课程的强度、密度和时间三个因素的综合情况。强度是指单位时间内所完成的功率;密度是指一节课内学生本身练习时间和全课总时间的比例,它标志着单位时间内练习的重复次数。体育课的密度以 30%～40% 为适宜,但同时要考虑到其他二因素。强度大的练习,密度不能很大。时间因素也是影响运动量的一个方面。若以 45 min 一节课计算,其时间可按以下四个部分分配:①开始部分:约 2～3 min 集中学生注意力,如整队、检查人数、检查服装是否适合运动、提示上课的内容等。②准备部分:约 6～12 min,使学生的身体得到一般的操练,并为下一部分的练习做好准备,唤起机体各系统对运动的适应,以防突然剧烈运动而发生外伤事故。③基本部分:约 25～30 min,主要使学生掌握专门的活动技能,改善动作技巧,培养运用这些技能的本领,发展身体素质和提高学生训练水平。④结束部分:约 3～5 min,使学生的身体通过整理运动,肌肉放松,呼吸和循环系统的功能活动逐步恢复。

测定脉搏(或心率)在运动过程中的变化以及运动后的恢复情况,可以帮助判断一节课中各部分运动量的适当程度和机体生理负担大小。如果学生的脉搏次数随课程逐渐上升,到基本部分达到比安静状态时增加 75%～90%的水平,结束部分时又逐渐下降,在课后 10 min能恢复到安静时的水平,同时在运动过程中,学生没有发生面色苍白、眩晕等现象,一般认为这种运动量是适宜的。

进行体育课之前教师要了解当时天气、场地、器械、学生的服装及救护员等情况,以防意外事故发生。

体育课中应注意学生的姿势是否正确,培养优美准确的步伐和良好的风度,并应有一定量的增强足弓的专门练习内容。

课外体育活动 课外体育活动有两种,一种是指一般学生的课外体育锻炼,另一种是对少数学生进行的业余体育训练。

一般学生课外体育锻炼 学校要保证每个学生每天有 1 h的课外体育锻炼。在体育教师领导下发挥学生体育骨干的作用,组成锻炼小组,利用课外活动时间,按"国家体育锻炼标准"要求的项目进行。要注意安全保护,以免发生意外事故。

业余体育训练 各学校应选取一部分有训练水平的学生组成校、年级的运动队,在体育教师指导下进行训练。凡参加业余体育训练的学生都应先经体检和心血管功能测验,正常者方允许参加;同时每个学生要定期作好自我观察登记,女生要建立月经卡,使体育教师和学生本人及时了解健康情况,以调节训练时的运动量。业余体育训练的运动量应根据每周训练的次数、每次训练的时间进行控制。9—11 岁每周训练一至二次,每次持续时间 1 h;12—15 岁每周可有二至三次,每次 1—1.5 h;16—18 岁每周三至四次,每次 2 h。训练课在一天中的时间安排应妥善考虑,原则是保证合理的生活制度,特别是注意休息、进餐和睡眠。保证营养供应、进餐时间必须与训练或比赛时间相适应,一般训练应在饭后一个半小时后开始,因进食后肠胃道充盈,横膈上顶,使呼吸在一定程度上受影响,且食物消化过程需要血液集中于肠胃道,故进餐后立即运动不仅不利于消化,有时甚至可引起腹痛和呕吐。运动后应充分休息才能进食,因运动时体内血液比较集

中于四肢肌肉，肠胃道处于一时性缺血和抑制状态。故运动结束后应休息半小时，大运动量后应休息 45 min以上才能使心肺活动基本上恢复稳定状态，使肠胃道有了适当准备后方可进餐。

假期活动 安排假期的主要目的是使学生得到充分和积极的休息，以增进其德、智、体全面发展。在假期活动中应注意采取以下卫生措施：

旅行和游览 假期组织少年旅行和游览，既有教育意义，也是增进少年身心健康的有效方法。旅行前应调查清楚游览区的卫生情况，有无传染病流行。应带必要的药品，如清凉药、外伤药、止痛药、镇静剂、抗生素等。注意鞋帽、服装等。帽子应有遮阳；鞋应宽松、大小合适，以球鞋为宜；服装也应宽松、轻便。自备饮水和水杯，事先组织好茶水供应点。途中应注意食品卫生。步行时每走 30—45 min应休息一次。不同年龄的步行路程应有一定的标准（见表）。

不同年龄少年步行路程标准

旅行天数	一天				多天			
年龄(岁)	7—8	9—12	13—15	16—17	7—8	9—12	13—15	16—17
步行总时间(h)	2	3	5	6	不	不	2—3	3—[illegible]
步行路程距离(km)	3—4	4—6	6—10	10—15	宜	宜	30—40	50—70
每次步行路程(km)	1—1.5	1.5—2	2—3	3—4	多	多	2—3	3—4
步行速度(km/h)	2—2.5	2.5—3	3—4	3.5—4	天	天		
每次休息时间(min)	15	15	10	10	旅	旅		
负重量(kg)	0.75	1.5—2	2.5—3	3—4	行	行		
一天行程(km)							10—12	12—15
停下休息天数							1—3	2—4

夏令营 是季节性的组织机构，它是为了在暑期中充分保证少年健康地休息而组织的。在夏令营中应从事积极性休息，组织各种文化艺术兴趣等活动。夏令营要合理安排睡眠、休息、体育、文化艺术等活动，定时供给营养丰富的膳食。不应安排过多的活动，保证夜间充足睡眠，白天应有午睡。充分利用大自然，从事日光、空气、水浴锻炼。使少年在暑假中过一个既愉快又有意义的假期生活，以便迎接新学期的紧张学习生活。

青少年营养和膳食

青少年营养和膳食是指根据不同年龄时期消化、代谢和营养需要的特点，制定合理的膳食制度，有计划地安排热量和各种营养素的摄入，培养良好的饮食卫生习惯。

合理的膳食制度 合理安排膳食制度应包括规定每日进餐次数、间隔时间和分配食品的数量。

(1) 每日进餐次数和间隔时间：决定两餐之间时间间隔的长短，应以食物停留在胃中的时间和维持满意的感觉为度。不同食物在胃中的停留时间不一。一般混合食物停留 4 h左右，故两餐间间隔至少 4 h为宜。据此，中小学生每天进餐次数一般以三餐(加一次点心)较为合适，两餐之间间隔 5—6 h。

(2) 进餐时间：应与生活制度相配合。一般早餐可在上午 7 时左右，午餐在 12 时左右，晚餐可在下午 6 时左右。每次进餐应有 15—30 min，餐后休息 0.5—1.5 h后才能开始学习或体力活动；体力活动后至少要休息 30 min才能进餐，晚餐离睡前至少 1.5—2 h。

(3) 各餐热量的分配：中小学生每日三餐食物分配的比例，一般是午餐最多，早餐和晚餐较少。早餐及点心应占总热量的 30%，午餐占 40%，晚餐占 30%。为了保证上午有充沛的精力听好课，早餐必须摄入足够的热量，尽量选用体积小而富含热量的食物。热量过低影响午前最后 2 h的活动，饥饿感会分散学生的注意力，影响听讲及学习能力。午餐前后都是学习时间，既要补充上午的能量消耗，又要为下午的工作作好储备，所需热量最多。晚餐食物的体积可与午餐相近，但热量可稍低。因为夜间睡眠时热量消耗不大，同时如多吃富含热量及较难消化的蛋白质和脂肪也会影响睡眠。因此，晚餐中可多加碳水化物和易于消化食物。

(4) 课间餐与午餐：目前中国中小学学生绝大多数为走读生，三餐均在家中进食，一般没有特殊食物照顾。由于正处在生长发育阶段，特别是青春期阶段，对各种营养素的需要量也猛增。目前一般青少年的膳食中蛋白质、钙、核黄素、维生素A及C常较低，有时热量摄入也可能不足。改进的办法是实行课间餐制或午餐制。

课间餐：中小学学生一般是清晨匆忙起床上学，早饭经常来不及吃或吃得很少，摄入热量低，不足以满足上午学习及活动的需要。如在上午四节课之间供给一次课间餐(如强化点心、面包或馒头，也可用一杯鲜奶、豆乳粉或强化豆浆加两块饼干等)能补充一定的热量，增加一些矿物质和维生素的摄入。有助于增加体质，提高学习效率。但必须指出，课间餐不能代替早餐。中、小学生每日以三餐加一次点心为适宜。

午餐制：走读的中、小学学生由于父母多为双职工、

午饭常不能很好解决，质和量均不能保证，这样就难以补充上午的能量消耗及为下午的学习作好准备。因此有条件的学校可供应一顿保证热能和营养素的午餐。

计划膳食 要保证合理营养，一方面要有数量充足质量良好的食物，同时要将食品按营养需要的原则和要求，配成合理的膳食。计划膳食需要注意并了解下列情况：

(1) 首先要明确对象，按年龄分组，如小学生、中学生等。根据不同的营养需要来选择食物，使膳食在质和量上均符合合理营养原则，能组成平衡膳食，满足机体的需要。

(2) 按每人每日伙食费的多少，结合市场的供应及价格，来规定膳食的内容。例如，先根据所拟各类食物(如谷类、肉蛋类、豆类、蔬菜类、油类及调味品等)的量计算其所能提供的营养素，再根据实际情况作适当调整以满足用膳者之需要(青少年一日膳食营养素供给量见"营养素供给量标准"条)。

(3) 调配食物，制定食谱。为了使学生膳食中各种营养素的供给量及其比例能符合学生正常发育的需要，须每周制定食谱一次。通过合理调配各种食物的数量、制备方法及花色品种，为学生建立一种营养适宜的平衡饮食。烹调技术能促进学生食欲，便于消化吸收。过油、过粗、过硬及有刺激性的食物应尽量避免。每周及每日各餐中热量及蛋白质的分配不能波动太大，早晚也应有一定量的蛋白质食物；各种相同或类似的食物，尤其是动物蛋白或豆类食物，应比较均匀地分配在一周食谱内。

饮食卫生 学校需要建立严格的膳食管理规章制度，如食品管理制度(包括采购、验收、保管等)、膳食分发制度、膳食检查制度，以及卫生操作条例及定期了解用膳情况等。炊管人员应定期检查身体，一旦发现有传染病症状，应暂时调离伙房；应严格保证炊具消毒和饮食卫生，防止食物中毒；校医或教师应注意培养学生良好的卫生习惯，做到饭前洗手，不吃不洁食物，不偏食不挑食等，以保证健康成长。

妇女保健

经期卫生

妇女有月经表示性发育成熟。月经是正常的生理现象，但在月经期大脑皮质兴奋性降低，全身抵抗力校差，易感受疾病；此时宫颈口微扩，阴道分泌物被经血冲淡，生殖道自然防御作用减低，细菌易入侵引起生殖道炎。因此必须重视经期卫生，尤其在青春期，月经刚来潮，生殖系统发育尚未完全成熟，如不注意更易发生各种疾病。

月经周期是指两次月经第一天间的间距。一般月经周期为28—30 d，但21—45 d之间均属正常范围。周期的长短因人而异，但各人应具有自己的规律。出血持续的时间称为月经期，平均为3—5 d，但1—8 d仍为正常范围。每次月经血量平均为50 ml，10—100 ml为正常范围。月经血色暗红，内含血液、内膜碎片及分解物、宫颈粘液、阴道脱落细胞及细菌等。子宫内膜含纤溶素，所以月经血一般不凝，但若经血量多，纤溶素不足，仍可形成血块。月经来潮时一般不影响妇女的生活和工作，但有时由于月经期盆腔充血，有些妇女感到腰骶部酸痛或下腹坠胀等。

月经期卫生包括：①月经卡的建立：用以记录月经日期、持续时间、月经量多寡等以便及时发现问题和处理。②预防感染：月经血是良好的培养基，月经垫和月经带需勤换洗，洗净后要在阳光下晒干；外阴部位应经常清洗，不留血迹；不宜盆浴或坐盆，可以淋浴，禁止性生活。③注意保暖，避免寒冷刺激，不游泳、不洗冷水浴，不下水田等。④避免精神刺激和情绪波动。⑤避免过度疲劳：月经期可以进行一般劳动，但不宜过度或剧烈运动，不宜多进辛辣食物，保持大便通畅。⑥自我保健：经期中合理安排生活、工作和学习；平时注意体格锻炼和适当劳动，劳逸结合以及注意充分的睡眠。

月经异常

月经异常常见于青春期少女，由于卵巢功能和内生殖器发育尚未完善，内分泌调节功能不稳定而发生的一时性异常表现，包括功能性子宫出血、闭经、痛经等。一般只要改善全身健康状况，注意经期卫生，随着年龄的增长，内生殖器发育日渐成熟，内分泌调节功能渐趋稳定，这些异常即可自然消失。但成年人由于生活不规律、职业

性接触某些有害因素、紧张、过度疲劳等也会造成月经异常。

(1) 功能性子宫出血(功血):功血是由于内分泌功能失调引起的月经异常,而生殖系统并无明显器质性病变。月经异常可表现为月经周期不正常、经量增多、经期延长、不规则阴道流血等。青春期时卵巢尚未发育成熟,下丘脑—垂体—卵巢轴功能不稳定,卵泡仅有不同成熟度的发育卵泡,因而常出现排卵型功血。

(2) 闭经:少女年满18岁,月经从未来潮或月经已来潮,但连续3个月以上未来月经者统称为闭经。前者为原发性闭经,后者为继发性闭经。引起闭经的原因主要有:①全身性疾病:例如环境改变、营养不良、精神紧张、过度疲劳、贫血、结核病、糖尿病、甲状腺功能失调等。②子宫性闭经:如先天性子宫缺如、子宫发育不良、结核性子宫内膜炎等。③卵巢性闭经:如先天性无卵巢、卵巢发育不良或卵巢功能异常或消失等。④下丘脑性闭经:如垂体前叶功能失调或肿瘤等。

青春期少女原发性闭经常是由于先天性生殖器发育不全引起的。此时,卵巢发育正常,子宫发育不良,患者常表现为闭经,但有第二性征发育。如卵巢、子宫发育均不良或子宫虽发育但卵巢缺如或发育不良,则患者既无月经来潮,亦无第二性征发育。青春期少女也可患继发性闭经,即月经来过一至二次后即出现闭经,其原因多系环境变化、营养不良、精神刺激、贫血、结核病等引起。

(3) 痛经:妇女在月经前后或月经期感下腹疼痛,腰酸难忍,以致影响生活和工作者称为痛经。痛经有两种:原发性痛经是指无明显原因的,继发性痛经则是指继发于器质性疾病者。原发性痛经的发病机制不明,现在认为可能与月经期前列腺素分泌增多有关,以致引起子宫收缩,使子宫出血和疼痛。疼痛的程度与前列腺素的水平有关。有时子宫内膜整片排出,子宫剧烈收缩而致疼痛即所谓膜样痛经。精神因素和条件反射等也会引起痛经。继发性痛经则多是由于盆腔炎、子宫内膜异位症、宫腔粘连等引起,青春期少女较少见。

防治 对于常见月经异常,最重要的是普及卫生知识,使女性了解月经的生理变化,引起月经异常的主要原因等。要注意营养、体育锻炼,注意经期卫生,避免情绪波动,生活要有规律,避免过度疲劳等。其次,当妇女出现月经异常时,应寻找原因,明确诊断,对症治疗。切忌不找原因,任意投药,或既不检查,诊断不明,又不及时治疗,就会耽误病情,造成不良后果。对于青春期功血必须采取止血、调整周期和促排卵的处理原则。

青春期发生闭经,首先是一般支持疗法,包括精神安慰,解除思想顾虑,改善营养,注意工作和生活的规律,以提高健康水平,1—2年内即可恢复正常月经周期。常用的药物有雌激素周期疗法或孕激素疗法。如甲状腺功能低下者可给甲状腺素。有痛经者主要是对症治疗。疼痛时可于下腹部放置热水袋,给一般止痛药、镇静剂和解痉剂等。前列腺素抑制剂如消炎痛、异丁基丙酸等应用效果较好;也可用激素(雌激素或雌、孕激素周期治疗)以抑制排卵,减轻疼痛。如有器质性疾病者则治疗原发疾病。

婚前健康检查

婚前健康检查(premarital health examination)是指为即将结婚的男女双方提供一次比较全面的体格检查,以发现一些异常生理情况或某些疾病,达到及早诊断、积极矫治的目的。同时,对结婚和生育将产生永久或暂时影响的一部分疾病,通过医生的分类指导,使男女双方都能正确认识和对待,从而作出缔结婚姻或对婚期合理的安排。

病史查询 首先应了解欲婚双方是否为婚姻法所规定禁婚的"直系血亲或三代以内旁系血亲"。近亲结婚是遗传病传播的媒介,出生缺陷和后代智力低下的根源,必须严加限制。避免近亲结婚是一种效果明显的优生措施。其次,应重点询问与婚育有密切关系的性病、麻风病、遗传病、精神病、各种传染病、重要脏器和泌尿生殖系统疾病以及智力发育障碍等病史。如拟诊和遗传有关的疾病,应通过家属病史的查询、家系的调查、家谱的分析作出明确的诊断,并掌握其传递规律,推算出影响后代优生的风险程度,从而指导欲婚双方制定对婚育的决策,以减少或避免不适当的婚配和遗传病患儿的出生。

体格检查 体格检查应包括全身及生殖器的物理检查和常规实验室检查。全身体检除仔细检查各系统、各部位的重要项目外,还需注意判断其智能水平和精神状态。生殖器检查重点在于发现影响婚育的生殖器异常。男性应取直立位检查,阴茎部位应注意有否包皮过长、包茎、龟头炎症、阴茎硬结、尿道裂或异位、小阴茎等;阴囊应检查有无隐睾、小睾丸、精索静脉曲张、鞘膜积液、附睾结节等。女性应常规进行腹部肛门双合诊检查,如怀疑有内生殖器疾病时,务必征得受检者本人和其家属同意后方可进行阴道检查。处女膜除先天性发育异常外,其完整性不作鉴定、不留记录、不必追究、更不应议论,检查中应注意发现处女膜闭锁、阴道缺如或闭锁、阴蒂肥大、尿道上裂、子宫缺如或畸形以及子宫或附件肿块等疾病。无论男女,如发现有梅毒或淋病可疑者,可结合实验室检查以明确诊断。在检查生殖器的同时,还应重视第二性征的观察,包括身材和体型、骨盆的形态、喉结的大小、声音的高低、毛发的分布、乳房的发育、皮肤的质地、痤疮的多少以及皮下脂肪的积聚情况等,以初步判断男女性腺功能。实验室等常规检查项目应包括血、尿常规,胸透,如有条件可检查肝功能和乙型肝炎表面抗原,女性作阴道分泌物检查滴虫、霉菌。其他特殊检查项目可根据具体情况,必要时可作梅毒检测、淋菌涂片或培养、精液化验、染色体核型分析、活组织病理检查、超声波探查、X线造影等各有关检查。对难以确诊的病例,应转专科会诊。

异常情况分类指导 婚前体检结束，经验证未发现影响婚育的异常情况者，可出具"婚检合格证明"，并给予婚育知识的教育和指导。如存在与婚育有关的异常情况时，应根据有关规定予以相应的分类指导：

（1）应劝阻结婚者：有直系血亲或三代以内旁系血亲之间的婚配；婚配双方患有精神分裂症、躁狂抑郁性精神病或重度智力低下者。其他应劝阻婚育的疾病：有影响性功能和生育力的生殖器缺陷，如属无法矫治甚至不可能进行性交者，应尽量劝阻结婚；已发展到威胁生命的重要脏器疾患或无法治疗的恶性肿瘤，生命期限不会太长，不宜结婚。

（2）应暂缓结婚者：有性病、麻风病未治愈前；精神分裂症、躁狂抑郁症和其他精神病发病期间或稳定期不满2年；各种法定报告传染病的规定隔离期内。

（3）可以结婚但不宜生育者：包括男女任何一方患有严重的常染色体显性遗传病，如强直性肌营养不良、软骨发育不全、成骨发育不全和某些严重的遗传性致盲性眼病等；婚配双方患有严重的常染色体隐性遗传病者，如先天性聋哑；男女任何一方患有下列多基因遗传病并属高发家系者，如精神分裂症、躁狂抑郁症、先天性心脏病。即使病情稳定亦不宜生育；不属上述范围的罕见严重遗传病，凡能致死或造成生活不能自理，且子女能直接发病，又不能治疗者，可提供专科会诊后决定，如结节性硬化、遗传性痉挛性共济失调、马凡综合征等。其他足以影响子女健康的一些遗传性疾病，如任何一方患有原发性癫痫、成年多囊肾、男女双方均为白化病、β-地中海贫血携带者（华南地区）以及高原地区的动脉导管未闭等，应劝阻生育。

（4）可以结婚但需控制下一代性别：包括有严重的性连锁隐性遗传病，如血友病、进行性肌营养不良，对已知女方为携带者，受孕后应作产前诊断，判定胎儿性别，保留女胎，终止男胎。不具备判定胎儿性别条件的地区，不能生育。

婚前健康检查是一项政策性、技术性很强的工作，涉及千家万户，具有很大的社会效益和政治影响。为保证工作质量，婚前保健门诊除设置必要的男女分室检查、相应的化验、透视等检查设备外，还应备有开展婚育知识教育的工具、资料和场所，咨询指导的安适环境。婚前保健医师必须有比较丰富的临床经验，掌握各有关学科知识，工作认真负责并严格遵守"严肃、亲切、认真、守密"的工作守则，有问必答，服务热情。异常病例要有专人管理，专册登记，及时处理，随访终身。

近亲婚配

近亲婚配（incest）是指有亲缘关系的男女间的通婚。但近亲关系应追溯到哪一代，尚无一致意见。一般认为婚配双方的曾祖及其以下有一个以上的共同祖先即为近亲婚配。过去农村和山区的近亲婚配率较高，需限制的人群较多。随着人民文化水平和交通事业的发展，近亲婚配率逐渐降低。近年中国近亲婚配率在0.7%～16.2%之间。1950年中国颁布的婚姻法规定，直系血亲禁止结婚。1980年又重申三代以内的旁系血亲禁止结婚，即指祖父母、外祖父母源的男女，双方为第一代；兄弟姊妹（包括同父异母、同母异父）为第二代；堂兄弟姊妹、表兄弟姊妹为第三代，他（她）们之间均禁止结婚。

在人群中有亲缘关系的人，其携带相同基因的机会比两个互不相关的人要大，因此近亲婚配后的子代中，基因纯合体的比例增加。在人群中由隐性有害基因的纯合体导致的隐性遗传病几乎是罕见的，但近亲婚配使这些有害基因的纯合体增加，从而使隐性遗传病的发病率升高。此外，在多基因支配下因隐性纯合体增加和多基因的累加效应使近亲婚配子女中的智能障碍、体质虚弱和先天畸形的出现频率上升。

最常见的近亲婚配是表兄妹结婚，以此为例说明两个体在某一座位上有同一基因的机率。先看亲兄妹间的情况。设父亲（P）的基因型是A_1A_2，母亲（M）的基因型是A_3A_4，因此子女的基因型（图1）是1/4 A_1A_3、1/4 A_1A_4、1/4 A_2A_3、1/4 A_2A_4。可见兄（B_1）是A_1A_3，妹（B_2）也是A_1A_3时，两人在同一座位上具有相同基因的机率是100%；兄是A_1A_3，妹是A_1A_4或A_2A_3时，具有相同基因的机率是50%；兄是A_1A_3，妹是A_2A_4时，具有相同基因的机率是0。因为每一组合的机率是1/16，所以总的机率是1/2。也就是说亲兄妹之间有1/2的基因可能是相同的。亲兄妹分别与配偶结婚后，他（她）们的子女间的关系

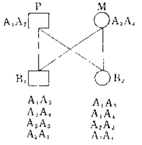


图1 亲兄妹间有1/2的基因可相同

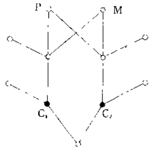


图2 表兄妹间有1/8的基因可相同

为表兄妹(图 2 中的C_1、C_2) 因为表兄妹(C_1和C_2)间具有共同的祖先(P和M),因此他(她)们之间的某因有1/8是可能相同的。

以苯丙酮尿症为例,其发病率估计为1/10 000,认为在一般人群中,杂合体携带者的频率是1/50。当杂合体与一任意个体结婚时,出生患儿的机会是1/50×1/4=1/200;若杂合体与一表亲结婚时,出生隐性遗传病患儿的机率总是1/8×1/4=1/32,两者相比要增加6倍以上。

所以近亲结婚时,隐性遗传病(隐性纯合体)患儿的出生率明显增加;尤其是发病率低的遗传病,近亲结婚患儿出生的机会比非近亲结婚要高出好多倍。这是禁止近亲结婚的主要原因。

遗传咨询

遗传咨询(genetic counseling)又称遗传商谈,是指对患者及其家属和其有潜在危险的个体解答关于遗传医学方面的问题,尤其是提供关于遗传病的性质、传递、预后、治疗和再发率的信息,并提出婚姻和计划生育问题的劝导。

基本内容 (1)确立诊断:对疾病建立明确诊断是遗传咨询的基础。不仅要明确解剖和病理变化,更应认识其病因。例如脑积水、小头、四肢短小侏儒和外生殖器畸形等异常,仅为病态表现,其病因学则有遗传和非遗传的。在确立诊断时常需进行仔细的尸体解剖,体表异常的摄影记录,骨骼异常者进行全身X线检查、多发性畸形和/或少见的面容异常进行染色体分析(血液或死后组织培养)。此外,需详细地了解双亲情况。

(2) 家系调查:询问夫妇双方的两代以上直系和旁系亲属,包括兄弟姐妹,叔伯姑姨、堂表兄弟姐妹及他(她)们子女的情况 调查中要取得信任,消除顾虑,如实反映出患者情况,尤其是畸形患者的情况。自然流产史常易被忽略,应仔细询问,帮助回忆。偶尔可询问出阳性家族史,但常需从原始病史记录中进行核实诊断 无阳性家族史者不能否定其遗传基础的可能性。近亲结婚在有些地方虽不多见,但遗传性疾病的发生率高,应详细询问。工业发展迅速,环境污染严重,职业因素亦可以引起遗传基因变异,不可忽略。

(3) 实验诊断:实验室检测是证实诊断不可少的,故应设置相应的细胞遗传学、生物化学和血液学等实验室。形态学常需X线和超声显象诊断,若能作产前诊断则更为理想。

(4) 查阅资料:遗传咨询几乎涉及临床各科和大量综合征,必须查阅有关资料,比较鉴别其临床表现类同的疾病或综合征;并可获得新的研究资料。

(5) 解答问题、提出劝导:确立诊断后一般呈现下列四种情况:①肯定为遗传病——染色体病或基因病,具有明确的遗传基础 ②非遗传病,可能为环境因素致病;③病因不十分明确,可能为多基因遗传 ④无足够资料确立病因 对遗传病应按照遗传学基本原理对其传递方式(常染色体显性或隐性遗传、性连锁遗传、染色体异常或新的突变)、发生率和复发危险率的估计作出解答。并根据病情提出婚姻和计划生育的意见,如不可结婚(离婚)、不宜生育、有机会生育一健康子代(宜作产前诊断)、领养子女、人工授精(利用供者正常精子)或管内受精(利用供者正常卵子)。

(6) 帮助作出决定:经解答问题后,并非所有当事人都能作出决定,往往会提出:"假若你处在我们的地位,你将如何做?";"你认为我们应该怎么办?"。此时,绝不要作简单的回答,告知怎么做,而是应该重复地再将有关内容作详细的解释,并由他(她)们作出抉择,切忌武断地代替或诱导他(她)们作出决定。往往一次咨询没有结果,当事人需要慎重考虑或与家人商讨。这种推迟时间的做法是合理的,应耐心,友善的再次(或多次)接受咨询。当作出决定后,尽可能地帮助安排有关事宜,诸如产前诊断、绝育、人工授精、孕产期保健等。

(7) 随访:成功的咨询使当事人对咨询的事物有完整、透彻的认识,理解其危害性和再发的危险性,并在此基础上作出决定,要证实决定的正确与否,唯有通过随访来证实,有的效果并非当代可见,必须长期坚持下去。为此,建立完整的咨询记录,定期的随访记录是必不可少的。

遗传病的分类 遗传病可分为三类:①单基因病:因单基因突变引起。②多基因病:由多个基因共同作用,还有环境因素参与导致的疾病。③染色体病:因染色体数目或结构异常引起的疾病。

(1) 单基因遗传病的再发危险率:①常染色体显性遗传病的再发危险率。据统计至 1987 年 4 月 15 日止已证实常染色体显性遗传病 1 273 种,可疑者 1 075 种,群体发生率 1.8‰—9.5‰。本类疾病中、突变基因的表现型程度不一,若外显率(即实际观察到的患病数与预期值的百分比)低,则不一定表现症状。若完全外显(外显率100%)时,凡接受了显性致病基因的子代就发病;据分离定律推算,双亲中有一个患者,则子代中患者的机率为1/2;若双亲均为患者,则子代中 2/3 发病,男女机会相等。若不完全外显时,子代患病的概率为 1/2 k(k=外显率);外表正常,携带有显性致病基因的子代为 1/2(1-k);正常的子代为 1/2。故表现型健康的子代为 1-1/2 k。②常染色体隐性遗传病的再发危险率:据统计至 1987 年 4 月 15 日止已证实常染色体隐性遗传病 620 种,可疑者 837 种。群体发生率 2.2‰-2.5‰。本类疾病中患者均为纯合子,若杂合子则不发病而仅为携带者。当患者与正常人(非近亲)婚配时,子代无患者,但均为携带者;患者同胞发病危险率为 25%。若两个正常人(非近亲)婚配,则子代中一般无患者,即使发病其机率也极低 例如

某疾病其发病率为0.001，则其致病基因频率应为0.01（即致病基因频率q为发病率q^2的平方根，故$q=\sqrt{0.001}$）。在群体中其致病基因携带者频率为1/5，致病基因携带者频率为2pq。p为正常基因频率，$p=1-q$，$2pq=2\times0.01\times0.99=1/50$，若随机婚配则两个携带者相遇的机率为$1/50\times1/50=1/2500$，而其子代的发病率为$1/2500\times1/4=1/10000$。若为近亲——表兄妹婚配时（1/8是表兄妹的亲缘系数）且家系中无患者则其子代的发病率为$1/50\times1/8\times1/4=1/1600$ 可见近亲婚配子代的发病率比随机婚配子代的发病率要高6.25倍。若双亲同胞中有患者，则表兄妹婚配后，因双亲分别携带相同致病基因的可能性为2/3，表兄妹分别带有相同致病基因的可能性为$2/3\times1/2=1/3$，其子代中的发病率为$1/3\times1/3\times1/4=1/36$，比随机婚配大2500倍。③X-连锁遗传病的再发危险率。据统计至1987年4月15日止已证实有132种，可疑者164种。其群体发生率为0.5‰～2.0‰，其中大部分为X-连锁隐性遗传病

X-连锁显性遗传：特点为女性发病率高于男性。双亲中男性为患者，则子代中女性均为患者，男性全正常；双亲中女性为患者（一般为杂合子），子代中男性与女性的发病机率均等。此外尚需考虑外显率等因素。

X-连锁隐性遗传：为男性患者多于女性，双亲未发病，但子代中男性患者的兄弟有50%发病机率，姐妹则不发病，但有50%为隐性致病基因携带者；男性患者的子代都不发病，但其中50%女性为致病基因携带者。若女性患者与正常男性（非近亲）婚配时，子代中男性全都发病，女性不发病，但全为致病基因携带者。如为散发病例，再发率的计算较为复杂。

（2）多基因遗传病的再发危险率：这类疾病的发病是多对微效基因和环境因素共同作用的结果，再发危险率的推算比单基因病要复杂得多，可根据群体发病率和遗传率估计子代的发病率。遗传率指多基因病受遗传因素控制的程度，如遗传率为70%，即表示此性状有80%是由遗传因素决定，20%由环境因素决定。如果遗传率为100%，因患者一级亲属的基因中可能有1/2与患者相同，其易患性均值介于群体易患性均值与患者易患性均值之间；患者二级亲属的易患性均值介于群体易患性均值与一级亲属易患性均值之间；三级亲属的易患性均值介于群体易患性均值与二级亲属易患性均值之间。当遗传率为70%—80%，群体发病率为0.1%～1.0%时，患者一级亲属的发病率近似群体发病率的平方根。如唇裂的群体发病率为1.7‰，遗传率为76%，患者一级亲属中的发病率近似于$\sqrt{0.0017}=4\%$。若遗传率低于或高于70%—80%时，患者一级亲属的发病率低于或高于群体发病率的平方根。上述的推算不是固定的，当家庭中发病者多或病情严重时，则再发风险率增加；尚有性别差异，当某种多基因病有性别差异时，若患者的性别属发病率低的性别，则患者亲属的再发危险率高。对一些遗传率不明确的多基因遗传病，其再发危险率只能用经验危险率推算。

（3）染色体病的再发危险率：染色体异常是胎儿丢失和先天异常最肯定的病因，据估计所有早期妊娠的胚胎中6%为染色体异常。出生时的染色体异常频率约为5.6‰，其中性染色体数目异常约占2‰，常染色体数目异常约占1.7‰，大的染色体结构重排约占1.9‰。染色体异常的群体频率为6.8‰。

染色体异常分为数目异常和结构异常：①染色体数目异常：常见染色体数目异常有单体、三体、嵌合体（同源或异源）和三倍体等。其起源大部分是双亲的配子在形成过程中发生不分离；少部分是受精卵早期卵裂时发生不分离或染色体丢失，这类异常与妊娠时的年龄有关，尤其与35岁以上的高龄孕妇有关。以21三体综合征为最明显，18三体和13三体的发生率也与高龄孕妇有关。母龄越大，危险率越高。若双亲之一为嵌合体，则再生育患儿的危险率比同年龄组增加约20倍。②染色体结构异常：有易位、缺乏、倒位和重复等类型，起源于双亲中的染色体结构异常或发生新的畸变。但染色体易位携带者亲本遗传具重要性，据统计群体中平衡易位携带者（相互易位和着丝粒融合）的频率约为1∶500。平衡易位携带者婚配后子代不平衡易位的危险率高达50%—100%，故检出携带者具重要的咨询价值，有利于推算子代的再发危险率。若双亲中有常染色体（非同源）相互易位，减数分裂时形成4种配子，受精后成4种合子，即正常、平衡易位、短臂三体长臂部分单体和短臂单体长臂部分三体。若相互易位发生交换则形成6种不同染色体组成的配子。若有平衡的非同源染色体着丝粒融合携带者，可形成6种配子和合子。若双亲中有平衡的同源染色体着丝粒融合携带者，如T(D;D)，T(G;G)时，形成两种配子，若与正常配子结合则成三体或单体型合子。

掌握遗传病的再发规律，可以在遗传咨询时恰当地解答问题。

性卫生知识

结婚就意味着合法性生活的开始。为获取性生活的健康和谐，学习掌握必要的性科学知识是新婚和已婚夫妇的必修课。性卫生知识包括性生理活动、新婚性生活、性生活和谐和性生活卫生诸方面。

性生理活动 性的要求即性欲，是人类正常机体的一种本能。性生理活动是在神经系统、内分泌系统和生殖系统健康协调的情况下进行的。人类具有高级神经活动，情感、意识、思维、记忆，甚至语言或文字等都会影响性生理反应。因此，要完成一系列的性生理活动，必须具备健全的神经内分泌调节系统、适量的性激素、功能良好的性器官和有效的性刺激。一次健康而完整的性生理反应过程称为一个性反应周期，即从性欲开始被唤起到平复。无

论男女，都可分为四个紧密衔接的阶段。

(1) 兴奋期：男性阴茎的勃起是性兴奋的标志。来自精神或肉体的性刺激，通过大脑皮质即转化为性欲。阴茎勃起是在大脑皮质的统辖下，脊髓中"勃起中枢"兴奋，引起阴茎海绵体广泛充血的结果。在阴茎勃起的同时，阴囊壁肌纤维的收缩可使睾丸提升，也会发生乳头勃起。女性兴奋期的突出表现是生殖器、乳房的充血和阴道渗出液润滑。充血的结果使阴蒂增大、阴唇饱满、阴道伸展、宫颈和宫体提升、乳头勃起，并均富有弹性。

(2) 持续期：男方阴茎进一步充血胀大，睾丸也因充血而体积增大，尿道口可流出少量来自尿道球腺的分泌物。女方在兴奋期的各种变化也进一步发展，尤其阴道下1/3段显著肿胀。

(3) 高潮期：随着性器官的不断摩擦，积累到一定程度，双方可相继达到性满足的高潮。男方的"射精中枢"兴奋，使副性腺、副睾尾部及输精管相继依次收缩而将精液从尿道射出。女方则表现为全身紧张的突然停止，随即阴部肌肉，包括阴道、子宫和盆底肌肉出现不可控制的节律性收缩。在此期间，双方性快感最为明显，常伴有全身肌肉不自主的轻微颤抖，但为时极短，一般仅10 s左右。以上三期中，除各种性生理反应外，男女双方都会出现颜面红润、心率加快、呼吸频促、血压升高等全身性精神兴奋状态，高潮期则最为突出。

(4) 消退期：性高潮一过，各种生理变化就迅速复原，随着出汗反应的出现，双方盆腔充血疏散，全身松弛舒适，情绪逐步平静，男方阴茎很快软缩，表现明显乏力而懒散嗜睡，必须间隔一定时间(不应期)才能重新激起兴奋。女方在消散后能再次被唤起兴奋，并可重复多次。男女性反应过程虽有很多相似之处，但还存在一些基本差异。一般讲，男子性要求强烈而旺盛，性欲易于激发，发展快，消退也快；女子的性要求一般较弱，性欲的发展和消退都较缓慢。所以，男子的性反应周期一般都较女子为短，平均约为2—6 min，女子大多在10 min左右，甚至更长。

新婚性生活 "新婚之夜"历来被认为是人生中的一大转折点，"洞房花烛"对新婚者来说既是向往，又感神秘。男女多半表现为兴奋、渴望、好奇而稍紧张，女方则往往处于羞涩、紧张、恐惧而又疑虑的复杂心理状态。在首次性生活中，如果男方只图自己性的满足，不注意方式方法，急躁粗暴地鲁莽从事，不仅会给女方精神上带来不良刺激，躯体上造成损伤，而且这种毫无乐趣甚至痛苦的初次性交会使女方丧失对性生活的欲望，会导致长期的性功能障碍。要使首次性生活顺利而健康地度过，男方应对自己的性冲动稍加克制，切勿过早刺激性器官，应有步骤地采用温柔、抚爱的方式去消除女方的胆怯和疑虑，才能激起女方的性欲。女方在紧张状态解除后，也应主动迎合，争取圆满地完成性交的全过程。如女方处女膜比较坚韧、肥厚，处女膜孔或阴道较为狭紧，阴茎插入时可能阻力较大，则应采取分次逐步插入扩张的方式。通过轻柔耐心的分次扩张，大部分新婚夫妻能在几天内获得成功。如经以上方法仍不能解除障碍者，提示可能存在病理情况，必须就诊检查。

在首次性交中必然会遇到如何正确对待处女膜的问题。处女膜历来在社会和道德观念上，一直被认为是判定女子贞操的唯一标志。自古以来，有不少夫妻间为了处女膜的疑云，长期存在着感情上的阴影，甚至造成家庭悲剧。因此科学地、正确地认识处女膜也是婚前教育的一项重要内容。从医学实践看来，在初次性交时单以是否出血作为判断处女膜完整的唯一指标是不科学的，因为处女膜的厚薄、软硬、处女膜孔的大小、松紧，都是因人而异的，对性交动作的反应也各有不同。富有弹性而松软的处女膜在初次性交中不致擦伤和出血，甚至多次性交后仍能保持完整状态；有的确系处女，由于某些特殊外伤曾造成处女膜的损伤，以致在初次性交时却未出血。一般在初次性交活动中，处女膜会发生轻度擦伤和少量出血，但偶然也会造成多量出血，应立即急诊止血。处女膜裂伤后如感灼痛，应暂停数天性器官的接触以利创面自然愈合。

性生活和谐 是指夫妻双方在性生活过程中配合协调，都能共同获得性的满足。要达到性生活和谐必须具备以下四个条件：

(1) 坚实的爱情基础是两性间"性吸引"的动力，婚后爱情的保持和发展是性生活和谐的必备条件。

(2) 具备必要的健康条件和良好的精神状态才能胜任性交这一复杂的生理活动。情绪低落、体力不支的情况下，性功能会受到影响，性生活的和谐就难以获得。

(3) 性知识的掌握，能为获得满意的性生活创造条件。首先应该掌握男女性反应的特点和差异：①男强女弱，男快女慢是男女性反应的基本差异，按一般规律，女子性冲动的激发常需一定的准备阶段。②两性对各种性刺激的反应有所不同。性的想象和视觉刺激是男子有效的兴奋剂，女子除对性想象的反应和男子相仿外，对触觉、听觉的反应比较敏感。③动情部位在男子以外生殖器及其附近最为敏感，尤其是阴茎头部；女子则分布较广，阴蒂、阴唇、阴道及其外口周围、大腿内侧以及唇、舌、乳房，甚至面部、耳朵、颈项、腋下等都可成为动情地带，但一般都以阴蒂最为敏感。掌握了以上性知识，在性生活实践中，就可以有效地将知识转化为技巧。

(4) 运用性技巧，采取正确方式可提高性生活和谐：①争取双方在同步状态下进入持续期和高潮期，一般讲要求男方能适当控制自己性反应的进程。②在男方射精结束后，应继续对女方进行温存抚爱以弥补消退期的两性差异。③选择和交换性交姿势。④逐步探索双方性生活的习惯和性欲发展的规律。在新婚期间达不到性生活和谐不足为怪，千万不要焦虑沮丧，自责无能或相互埋怨，否则会形成沉重的心理负担，出现恶性循环

社会心理因素的干扰，如思想上的负担、精神上的某

种压力、家庭人际关系的紧张、经济上的拮据、居住条件的拥挤等也会影响性生活的和谐，甚至引起性功能障碍，应从社会心理学角度着手疏导和治疗以保持性心理的健康和正常。

性生活卫生 夫妻间如只追求性生活的和谐而忽视性生活卫生，就有可能引起疾病，甚至影响生育。

(1) 经常保持性器官的清洁卫生：男子应经常清除包皮垢，有包皮过长或包茎者，应争取在婚前手术治疗。女子更应勤洗外阴并注意避免被大小便所沾污，以免造成生殖道炎症或尿路感染。每次性生活前后，男女双方都应清洗性器官。蜜月膀胱炎是女方在新婚阶段，由于性交擦伤和污染所引起的常见病，一旦罹患，常易反复发作，应注意预防。

(2) 严格遵守女性各期性生活的禁忌：月经期由于子宫内膜剥脱后有创面，性交会增加生殖器感染的机会，应予禁忌。妊娠初3个月和末3个月应严禁性交，前者容易引起流产，后者可发生早产、胎膜早破、感染、出血等并发症。妊娠中3个月也应尽量节欲，性交时应注意避免腹部受压。产后至少在8周后待生殖器复旧后才能性交。哺乳期组织脆弱，应注意避免过强的性交活动，而且女方哺喂婴儿，消耗较大，应适当节制性生活。

(3) 恰当掌握好性生活的频度：性要求的周期长短因人而异，常和年龄、体质、职业、环境有关，一般青年约每周二至三次，中年人一至二次，随着年龄的增长，频度可逐步减少。掌握的尺度可根据性生活后次日双方并不感到疲乏、倦怠、头昏眼花、腰腿酸痛等为标准。

新婚避孕指导

新婚避孕指导(contraceptive instruction for new couple)是对男女婚后有计划地选择适合自己具体情况的理想受孕时机所进行的指导，以便采取适当的计划生育措施，实现计划受孕和计划避孕的目的，以保障双方婚后健康和下一代的优生。

计划受孕 选择最佳受孕时机的目的不但在于保障妇女健康，而且还为争取从精、卵发育阶段一直到受精、受孕后的各个环节中，避免一些不利因素，排除可能存在的干扰，以进一步提高下一代的健康素质。

(1) 最佳受孕年龄：生育年龄过早，全身各器官尤其是生殖器官和骨盆还处于发育阶段，尚未完全成熟，妊娠和分娩的额外负担对母儿双方健康均不利，会增加难产的机会或造成一些并发症和后遗症。但也要避免过晚生育，妇女一般不要超过30岁，尤其不能超过35岁。年龄过大，妊娠、分娩中常会发生一些并发症如宫缩乏力、产程延长、产道异常、产后出血等，难产率也会增高。此外，35岁以后卵巢功能开始衰退，卵子中染色体畸变的机会增多，容易造成流产、死胎或畸胎。因此，从生理学、产科学和优生学角度分析，最佳生育年龄应为25—30岁，这个时期是生殖力最旺盛的阶段，精子和卵子的质量高，难产率低，下一代体质好。

(2) 避免"坐床喜"："坐床喜"是不符合优生原则的新婚期受孕，因为新婚阶段，双方接触烟酒的机会较多，又忙于操办婚事、欢度蜜月，体力上会有一定的削弱，如即受孕，可能会对下一代发育造成某些危害，应予避免。

(3) 防止患病期间受孕：男女任何一方在患病期间应暂缓受孕，尤其是女方带病妊娠会使病情加重，疾病又可能增加妊娠和分娩的并发症，也会对胎儿生长发育不利。此外，如正在使用某些对胎儿发育有不良影响的药物时，也应严格避孕。

(4) 排除对受孕不利因素的干扰：如烟酒的接触和嗜好、环境中某些理化因素的刺激以及体力上的劳累，思想上的紧张，情绪上的挫折等都是不利于受孕的因素，都应在计划受孕过程中尽量避免。要使受孕计划成功地实现，必须先掌握一些科学的受孕方法和技巧，如"自然计划生育法"，或称"自然避孕法"(见"自然避孕法"条)，比较安全、简便、经济、有效，对新婚夫妇易于学习掌握。主要是根据妇女生殖系统周期性生理变化所产生的自然信号，通过月经周期的日程表推算、基础体温测量或宫颈粘液性状观察等，自我掌握排卵规律，鉴别"易孕阶段"和"不易受孕阶段"，通过择日性交达到计划受孕或计划避孕的目的。

计划避孕 目前常用的避孕方法种类很多，一般可根据年龄大小、健康状况、生殖器条件、月经情况以及职业工种、文化水平和居住条件等合理选用一种或几种切实可行的避孕方法。新婚阶段情况特殊，挑选避孕方法应按特定的原则。

(1) 新婚期间的生理特点及避孕要求：女方阴道较紧，某些外用药具暂不宜使用，如阴道隔膜、宫颈帽放置技巧较难掌握，药膜也不易放准部位，而且双方还缺乏性生活的实践经验，心情都比较紧张，因此选用的避孕方法要求简便易行。此外，要求所用方法停用后不影响生育功能和下一代的优生。

(2) 新婚避孕方法的选择原则：①如婚后要求避孕时间较长(1年以上)者，女方可先用口服甾体避孕药(一般选用短效药，夫妻分居两地者可用探亲药)。但必须注意，在选择好最佳受孕时期前3—6个月，应停止服用，在此期间可换用外用工具，如阴茎套、阴道隔膜等，以防甾体激素的延续作用影响胎儿发育。②上述对象若不适应于服药或婚后要求避孕时间较短者，可先用阴茎套，待女方阴道较易扩张后，也可改用阴道隔膜等。③"自然避孕法"只适用于女方月经一贯正常，并在婚前即能熟练掌握自己的排卵规律，清楚识别"易孕"和"不易受孕"阶段者，则从新婚开始也可选用此法。但必须注意新婚期间体力上的劳累和精神上的激动常会引起排卵规律的变异，应特别谨慎观察，为防止失败，最好和其他外用药具结合使用。④如因某种原因而要求长期避孕者，可选用长效而

稳定的避孕措施，如宫内节育器的放置。终生不宜生育的新婚夫妇，原则上有病一方应施行绝育。总之，每对夫妇最好能在性生活的实践中，逐步学习掌握几种避孕方法，以便根据不同阶段、不同情况灵活选用。在整个生育时期中，有时男用有时女用，有时外用有时内服。有利于保障身体健康，提高双方对计划生育的责任心，也有利于性生活的和谐和增进夫妻感情。

孕期卫生指导

孕期卫生指导(prenatal health instruction)主要是对确诊早孕后的孕妇进行孕期卫生指导，以使她们对妊娠有正确的认识。指导的内容可包括孕期生理特点、生活起居的合理安排等。孕期卫生指导可在产前门诊检查时，采用集体上课，观看卫生指导幻灯录象以及个别谈话等方式进行。

孕期生理特点及注意事项 (1)妊娠早期：即停经6—8周时，常有晨间恶心、呕吐伴食欲不振、喜酸食或轻度头晕等的生理性妊娠反应，在妊娠12周后可逐渐好转。恶心、呕吐严重则属异常，应予诊治。受孕后15—25 d是胚胎神经组织发育期，受孕后20—40 d是心血管发育期，受孕后24—46 d是肢体发育期，所以在妊娠2个月左右如有严重的病毒感染，如流行性感冒致高烧、巨细胞病毒感染等均可能致胎儿发生畸形，故在妊娠早期应特别注意预防感染，并注意不要滥用药物。有严重内科疾病不宜妊娠的，应及早行人工流产术。

(2) 妊娠中期：如孕16周后，孕妇可感到胎动，20周即可听到胎心，此期间，腹部增大明显，如有阴道流血或腹痛应立即就诊治疗。如胎动消失、子宫没有继续增大，而检查也听不到胎心或胎动，多是胎儿死亡，对原因不明的胎儿死亡，应该进一步检查，有助发现病因，可在下一次妊娠时加以预防。

(3) 妊娠晚期：是指妊娠28周以后，但到妊娠37周才算足月，如果在29—32周左右早产，婴儿的死亡率或患病率都较高，所以在妊娠晚期应特别注意防止和及早防治妊娠高血压综合征等，如有明显水肿、头晕、眼花等症状需及早就诊。如有阴道出血更要警惕胎盘早期剥离或前置胎盘等情况，另外还要注意胎位是否正常，是否为臀先露等，所以在妊娠后期更要按时进行产前检查和胎动计数，才能做到早防早治。

孕期生活起居的合理安排 (1)睡眠与活动：每天应有9 h睡眠和1 h午间休息，并注意室内空气流通，但不要直接吹风和室内温度不可过低或过高；每天应适当散步或轻体力活动，如洗几件内衣等，切忌重体力劳动以免发生早产或胎盘早期剥离等。

(2) 性生活：在妊娠初3个月应该避免性生活，在妊娠4—8个月虽然可以性生活，但应节制，以免由于性生活引起早产或感染，妊娠8个月后应禁止性交。

(3) 个人卫生：在妊娠5—6个月开始应每天用肥皂和水轻轻擦洗乳头一次，但不可用力或过长时间的擦洗；如果乳头有凹陷者，应于孕后期每天用手指轻轻向外牵拉，以免新生儿哺乳时吸吮乳汁困难；妊娠期汗腺和皮脂腺分泌增多，应经常洗澡，勤洗外阴，妊娠7个月以后，最好是淋浴，但时间不可过长。妊娠期因肠蠕动减弱，所以常有便秘或痔疮，必需多吃蔬菜，但禁用剧泻剂以免引起早产。每个孕妇在早孕期应进行口腔检查，及时对龋齿进行修补或拔除。妊娠后期应早晚刷牙，保持口腔清洁，减少由于口腔不洁而引起的感染。

(4) 孕期用药和免疫接种：由于很多药物可通过胎盘进入儿体，使胎儿畸形率增高，或胎儿生长迟缓等，所以在妊娠期，特别是妊娠早期不要随便用药，但也不可拒服任何药物，而应该在医师指导下，使用必需的药物(见"孕期用药对胎儿的影响"条)。免疫接种方面，在正常人群中乙型肝炎表面抗原(HBsAg)携带者约有6%，妊娠期如发现有HBsAg或e抗原阳性时，为了防止母婴垂直传播，在产后可给婴儿注射乙肝疫苗；但在孕期不可注射如霍乱预防注射等其他疫苗。

(5) 饮食和营养：可见"孕产妇营养"条。

优生

优生(eugenics)是指通过一系列措施保证诞生的下一代素质优良。控制人口数量，提高人口素质，是中国人口政策的两个方面，也是计划生育基本国策的两项任务。中国人口现状既有数量问题，也有质量问题，有计划地控制人口数量的增长，是提高人口质量的基础，而提高人口质量，则有制约人口增长的作用，因此，数量与质量的合理结合，能够有效地促进社会生产力的健康发展，并推进社会经济的进步。

中国政府十分重视优生政策，1981年国务院指出："限制人口数量，提高人口素质"，1982年共产党十二次代表大会报告中提出："实行计划生育，是我国的一项基本国策"。中国的婚姻法明确规定直系血亲和三代以内的旁系血亲均禁止近亲结婚，这是从法制上保障优生，提高人口素质。

优生学性质 优生学是研究人类素质的综合科学，它是关系到民族兴盛、家庭美满、人民幸福的一门科学。优生学作为一门学科，创立于1883年，作为一种优生实践，已有悠久的历史，因而它是一门既古老又年轻的学科。它广泛涉及到自然科学、社会科学领域。其生物学部分，与遗传学、妇产科学、小儿科学、精神病学、眼科学、职业病学、环境卫生学、畸胎学、毒理学等生物医学分支学科关系密切；其社会学部分，与法学、伦理学、人口学等密切相关。

优生学内容 优生学有预防性优生学和演进性优生学之分。预防性优生学是研究预防有严重遗传病和先天

性疾病的个体的出生。演进性优生学是研究促进体力和智力优秀个体蕃衍。近20年来，随着分子生物学、医学遗传学、细胞遗传学、畸胎学、产前诊断、围生期医学等的不断发展，优生学有很大进展，特别是预防性优生学正在世界各地普遍开展。

优生工作范围 凡是与保证出生一个素质上健康聪慧的个体有关的内容，都包括在优生范围内。具体是：禁止近亲结婚、婚前检查、遗传咨询、产前检查、产前诊断、围生期保健、分娩监护、新生儿保健等。通过上述措施，尽可能减少遗传性、先天性和产伤性疾病患儿的出现，达到优生目标。影响优生的因素是复杂的、多方面的，不仅有遗传因素，还有环境因素。消除和避免各种有害因素对母体、胎儿以及对人类健康的损害，又称环境优生学。

中国人口素质现状 建国40多年来，中国人口素质有明显提高。由于社会主义经济建设取得巨大成就，人民物质生活水平不断提高，科学文化教育有很大发展，医疗卫生条件显著改善，一些传染病、寄生虫病和地方病得到了基本消灭和控制，人口死亡率大幅度降低，平均预期寿命延长，青少年发育良好，人口健康素质指标有的已接近发达国家水平。但是，中国幅员广阔，人口基数大，经济发展不平衡，地区差异较大，水土风情地貌各异，致病的条件和因素又很复杂。因此，人口素质还比较差，在新生儿中先天性疾病（如患有大脑发育不全、先天愚型、痴呆等）占相当数量，在山区甲状腺肿流行区克汀病亦甚多见，由于胎儿中枢神经受损或遗传因素所致的精神发育迟滞、低能儿亦为数不少，至于近亲结婚造成的遗传性疾病又给家庭和社会带来了严重的后果。上述种种是中国提高人口素质中面临的问题，要预防和减少先天性和遗传性疾病的发生，必须大力提倡优生，以提高人口素质。

提高人口素质的途径 从实际情况出发，提高中国人口素质，总的是控制先天遗传，增强后天教育锻炼，其途径有：

(1) 重视人口素质的培养教育，增强中国人口的优良素质。要从婴幼儿时期开始，强化家庭、学校、社会教育，培养和造就德、智、体全面发展的高素质的社会主义一代新人。

(2) 选择最佳的生育年龄。一般认为25—30岁之间是男女青年生命最旺盛的年龄组，在这段时间生孩子对后代的健康生长非常有利。

(3) 严格按照婚姻法明确规定，对直系血亲及三代以内旁系血亲禁止结婚。

(4) 患遗传病的病人不能结婚，如果结婚，必须做绝育手术。

(5) 实行婚前检查，对双方进行家庭遗传史询问，体格检查，分类指导，并进行婚育知识教育（包括婚姻道德教育、男女生殖系统解剖生理和受孕原理、性知识指导、优生知识、新婚避孕知识等）。

(6) 进行遗传咨询、产前诊断。由医生对遗传病患者及其家属进行有关遗传问题解答和指导。进行产前检查，目的是防止异常胎儿的出生，早期发现，及早处理，以防后患。

(7) 孕妇保健和环境保护。环境中的某些化学因素、物理因素、生物因素都可能影响胎儿发育或甚至发生畸形；放射线和某些药物也会致畸。因此，治理环境污染，搞好环境保护，消除各种不良因素的侵害，是保障优生提高人口素质的一个重要环节。

(8) 普及新法接生，提高助产质量，开展围生期保健。运用新技术、新方法对胎儿的健康进行预测和监护，对母子健康加强管理，降低围生儿死亡率、病残儿发生率、孕产妇并发症，危害胎儿的并发症，以实现优生的目标。

(9) 制定优生保护法，普及优生知识。在人民群众中广泛宣传优生学和遗传学的知识，特别是向育龄夫妇讲优生、优育对国家对民族对家庭的好处，使每个人都能认识到提高中国人口素质，对促进四化建设，两个文明建设以及民族的未来都有深远的意义。

(10) 组织进行儿童遗传病和先天性疾病的流行病学调查，弄清发病和致残的情况，分析发病和致残的各种因素，采取有效的预防和治疗措施。

优育

优育(good postnatal care)是优生的加强和发展，是提高人口素质的重要环节。优育就是要使未来的一代人具有"现代人"的高素质，即有高尚的道德情操和健康的体魄，又有现代社会科学文化知识以及创新精神和竞争能力。

要实现优育，需要了解影响生长发育的诸多因素。总的说遗传是优育全面发展的物质基础，环境是优育的重要条件。正常儿童生长发育过程是个体在先天遗传和后天环境中各种因素相互作用的结果，也是机体在外界环境中遗传性和适应性矛盾统一的过程。遗传决定机体发育的可能范围，环境则影响遗传潜力的发挥，并决定发育的速度和达到的程度。正常儿童具有人类共同的生理解剖特征，这是遗传形成的共性，但每个人都有一定的个体差异，这是变异所造成的个性，遗传的共性和个性说明遗传不是决定人类发展的唯一因素，人类生长和发展还受到自然环境和社会环境的影响，如营养与生长发育的关系很大，儿童旺盛时期的生长发育需要更多的合理的营养，营养的供给必须与生长发育过程的变化相适应，否则易导致营养不良以及各种营养缺乏病。同样合理安排有规律有节奏的生活，进行适应儿童生长过程中的活动锻炼，可以促进体格发育。疾病对生长发育影响很大。总之，社会经济、文化教育、生活环境等许多因素相互作用，直接或间接地影响儿童的生长发育，形成一个复杂的影响发育的生态体系。因此，适宜的环境、美好的和合理的养

育,可以促进儿童身心健康发展;社会生活外界环境决定儿童生理、心理发展的水平、速度、方向和个体差异。因此,优育必须注意发挥遗传与环境两方面的作用。

优育的方法和途径 在儿童生长发育过程中,教育起着主导作用,教育目的性和预期性比遗传、环境的作用更鲜明,可以引导遗传和环境向更有利于人的方向发展。优育的途径包括家庭的抚养和教育,学校和社会教育。特别是家庭教育,对儿童早期智力开发十分重要,婴幼儿时期是优育的重要时期,做好这个时期的优育,为以后成长打下良好基础。家庭教育的重要性在于使儿童身体的发育、体质的增强、行为与习惯的形成、认识、情感、个性的发展,都能获得预期的效果。因此无论是家庭教育、学校教育和社会教育都应在适应儿童生理和心理发展特征的情况下,制定切合实际的教育内容、方法,选择有效的途径。

科学的护理保健是儿童健康生长发展的重要条件。

(1) 新生儿期护理:这一时期由于新生儿生理功能尚不完善,适应能力差,抵抗力弱,如果护理不当,就易得病,且病情变化快,所以精心护理十分重要。

(2) 婴儿期护理:这一时期婴幼儿发育迅速,基础代谢率也高,但抗病能力不强,从母体得到的免疫抗体逐步消失,自身的抗体尚未形成,因此科学的护理尤为重要。

(3) 幼儿期护理:随着年龄的增长,活动能力与活动范围日益扩大,接触外界环境和感染疾病机会亦增多,这一时期要注重为幼儿安排良好的生活环境(如充足的日照、新鲜空气等),保证幼儿生长发育所需要的营养,逐步加强体格锻炼,实行计划免疫(预防6种传染病的接种),预防婴幼儿疾病。

优教

优教(good upbringing)就是优质养育和优质教育,使后代优质,也就是培养儿童良好习惯和个性品质,使成为德、智、体、美、劳全面发展的一代新人。学龄前儿童教育是优教工作的重要组成部分。

早期教育 早期教育是一切教育的基础,在人的一生中起着重要作用。从孩子出生起,就应按照婴幼儿生理、心理发展的年龄特点,结合每个孩子的个体差异进行有计划、有目的的教育。早期教育是人类社会进步的需要。随着人类社会生产、生活的不断提高,文化科学技术的迅速发展,为适应社会发展的需要,使后一代更加聪慧,更多知识。抓早期教育有时代意义。科学的早期教育对幼儿的大脑智能开发极为重要。人脑,人的神经组织是高度发展的组织,有很大的潜力。优良的教育条件、合理的早期教育和良好的训导,可以使儿童智力潜能得到合理开发(见“儿童早期教育”条)。

智育训练 包括智力开发和传授知识两方面,智力开发应把观察力、注意力、想象思维能力等要素看作是一个完整的智力结构,是一个人的能力系统。切忌单纯把多识字、多背诵、多考试等填鸭式教育强加于儿童,而忽视智力全面发展。传授知识包括生产、生活知识,即传授一些基本的简要的自然科学和社会科学知识,为儿童进入更多的社会生活、社会活动打下基础。

德育教育 培养一代新人,重要的标志是儿童具有良好的道德品质。培养共产主义接班人,高尚的道德情操,无私无畏的革命精神,富有充沛的创新能力,必须从幼儿时期就开始熏陶。心理学家认为:优良的品德,来源于良好的教育和有意识的培养,来源于良好的环境和成人的熏陶。人类生活中一些好的思想、观念、品德、行为、习惯,要先入为主地注入到儿童脑中,逐渐固定下来,这对形成和发展儿童整个思想品德会产生重大影响。

独生子女教育 计划生育是中国的一项基本国策,自1980年以来,提倡一对夫妇只生育一个孩子,独生子女人数越来越多,全国每四个多子女育龄家庭中就有一个独生子女家庭,城市独生子女家庭高于农村。

独生子女在学习、生活、业余兴趣爱好方面都比非独生子女有明显优势,但也有独立生活能力差,感情脆弱等弱点。独生子女的教育要有针对性,如针对其依赖性,培养独立性,针对其胆小脆弱,培养大胆勇敢的品质,针对其骄娇任性、爱发脾气,培养谦和、友爱、团结、助人、朴实的品行,针对其不爱劳动、自由散漫,培养爱劳动、守纪律的集体主义精神等等。特别注重独生子女的心理教育,既要防止家庭的“教养过度”(如溺爱、过多的干涉等),也要防止缺乏家庭特定教育的倾向。除了良好的家庭教育、学校教育和社会教育外,针对独生子女的特殊情况有的放矢的进行教育,则能获得事半功倍之效(见“独生子女教育”条)。

孕妇心理与胎教

孕妇心理是指孕妇在妊娠过程中的心理状态。胎教是通过正确认识妊娠、分娩、哺乳和育儿等的心理过程,对胎儿产生影响。

孕妇心理 孕妇从早孕开始直至分娩结束,心理状态复杂,特别是在提倡一个家庭一个孩子的情况下,每个孕妇都有不同的心理变化,年龄较大者则心理活动更多,可有以下几方面:

(1) 求医心理:婚后停经,即求医希及早明确是否妊娠,目的不全相同,有的希望生一个好宝宝,有的因为学习、负担重,希进行人工流产。

(2) 烦躁心理:因妊娠反应不适致心烦、忧虑、易怒,也有因为经济负担或孕后体型的改变而心烦。

(3) 恐惧心理:在妊娠期和分娩期其恐惧心理不同。在妊娠期,往往怕流产,怕宝宝出问题如畸形、痴呆等,怕难产,怕并发症等。而在分娩期则思想更为复杂,怕宝宝死亡,怕大出血,怕手术产,怕宫缩痛,怕自己在分娩时死

亡等。

(4) 淡漠心理：由于过分沉溺于热爱腹内的宝宝，对外界反应淡漠迟钝，对性生活厌烦。

(5) 遐想心理：胎儿日渐长大，孕妇遐想增多，宝宝是男是女？胖还是瘦？像我还是像丈夫？宝宝长大学什么等。

(6) 忧虑心理：由于公婆丈夫对生男的迫切要求，孕妇往往怕生女希生男。孕早期感冒、发热又担心胎儿致畸，服中药又怕致宝宝皮肤变黑等。

(7) 怀疑心理：对于妊娠期的变化，产前保健的重要性，妊娠后期胎动计数的意义，纠正贫血的重要性等，抱怀疑态度，往往相信周围人的偏面经验或迷信，导致不良后果。

(8) 害羞心理：妊娠4—5个月后，因体渐胖，面部色素沉着等，有害羞心理。

(9) 备物心理：妊娠中期开始，孕妇即有备物心理，忙于为宝宝织毛衣、制小衣服、做鞋，以及购买食品备"坐月子"之用。

(10) 紧张心理：妊娠后期，心理又开始紧张起来，考虑血压高、水肿怎么办？胎动多或不动了怎么办？破水怎么办？见红、流血怎么办？宫缩腹痛吃不消怎么办？剖宫产痛快，但划一刀也痛怎么办？感染、出血怎么办？丈夫HBsAg阳性，宝宝怎么办？

胎教 上述诸项孕妇心理活动通过母体可对胎儿产生影响。胎教是消除孕母的不良心理因素，使胎儿免除不良刺激，为胎儿健康发育提供良好条件，出生后，有利于健康成长。祖国医学中提出，孕妇"目不视恶色、耳不听淫言、口不出傲音"。提示古代已重视孕妇情绪对后代的影响。孕期情绪波动、激怒、恐惧，特别在妊娠早期(初孕10周)致孕妇体内肾上腺素分泌增加使胎儿发育受损，并可因血管及子宫平滑肌收缩而致流产。妊娠后期，甚至造成胎盘早期剥离。有人认为以音乐进行胎教，实际上优美轻松的音乐，可使孕妇情绪平稳、轻松愉快，从而使胎儿心律平稳；反之，胎动增加。

孕产妇营养

妊娠期和产后的营养除了供给自身的正常需要外，还要满足胎儿或婴儿的生长和发育，补偿产时的体力消耗及产褥期充分的乳汁分泌，因此必须要重视孕产妇营养的供给。妊娠期营养不足的原因，有的是孕妇顾虑，如认为增加营养将使胎儿生长过大，造成难产而限制饮食；有的是在不科学的认识指导下，认为吃得越多越好；也有认为多食有罹患糖尿病的可能。

妊娠期营养需要 (1)热量：比正常妇女所需热量8.8 MJ(2 100 kcal)高出25%左右，即10.0 MJ(2 400 kcal)，临产时每日更高达12.6 MJ(3 000 kcal)。

(2) 蛋白质：一般正常妇女每日所需要的蛋白质为0.9 g/kg体重，妊娠期则需每日另加30 g，如按60 kg计算，每日需摄取蛋白质54 g+30 g=84 g。肉类尤其是牛肉和瘦猪肉的蛋白质含量较高，乳类和蛋类的蛋白质易于消化和利用，孕妇可以选择食用。膳食的蛋白质供应不足，可使胎儿生长发育迟缓，孕妇体质衰弱，产后体力恢复慢，乳汁分泌少。由此可见，孕期蛋白质的摄入量充足与否，直接关系到母体和婴儿健康。

(3) 碳水化物：谷类是膳食热量的主要来源，孕妇每天约需要0.4—0.45 kg。再加上适量的副食品，如蛋、鱼、肉类即可满足。如罹患疾病如糖尿病等，则应根据病情减少碳水化物的摄入量。

(4) 维生素：是物质代谢中各种酶的成分，故是重要的营养物质，对处于生长旺盛期的胎儿发育特别重要。当孕期维生素A、D、E、B族及C等的摄入量不足或缺乏，均可导致流产或死胎。各种维生素需要量见下表。

妇女每日营养需要量(按极轻体力劳动)

营养素	正常妇女	增加量 孕妇 第4—6月	第7—9月	乳母
热量(MJ(kcal))	8.8(2 100)	0.84(200)	0.84(200)	3.3(800)
蛋白质(g)	65	15	25	25
视黄醇当量(μg)	800	200	200	400
维生素D(μg)	5	5	5	5
维生素E(mg)	10	2	2	2
维生素B_1(mg)	1.1	0.7	0.7	1.0
维生素B_2(mg)	1.1	0.7	0.7	1.0
烟酸(mg)	11	7	7	10
维生素C(mg)	60	20	20	10
维生素B_6^*(mg)	2.0	0.6	0.6	0.5
维生素B_{12}^*(μg)	3.0	1.0	1.0	1.0
叶酸**(mg)	200	200	200	100
钙(mg)	800	700	700	700
磷*(mg)	800	400	400	400
铁(mg)	18	10	10	10
锌(mg)	15	5	5	5
硒(μg)	50	0	0	0
碘(μg)	150	25	25	50
镁*(mg)	300	150	150	150

注：上表是根据1988年10月中国营养学会修订供给量

* 维生素B_6、维生素B_{12}、镁及磷根据美国1980年建议每日需要量(RDA)

** 叶酸根据WHO的RDA

维生素A是增强机体抵抗力、防治夜盲、促进生长发育的主要物质。孕妇需要量比一般妇女约多25%，维生素A缺乏的孕妇发生早产约为正常孕妇的2.5倍，死产为4倍，产后感染率也有增加。食物中以肝、蛋、鱼肝油和牛奶中的含量较多。

维生素B族是预防神经炎和维持正常食欲的维生

素，是机体中氧化还原系统的重要成分，是组织维持正常功能所必需。当维生素B族严重缺乏时，子痫的发生率增高。含有维生素B族较多的食物是米、麦的外胚芽、瘦猪肉、肝、蛋、绿色蔬菜等。由于B族维生素在人体内不能储存，当摄入量不足时，容易耗竭，导致妊娠剧烈呕吐或食欲不好，故应及时补充。

维生素C的主要功能是预防坏血病和增强对疾病的抵抗力。含维生素C最多的食物是柑橘、山楂、西红柿、白菜、菠菜等。蔬菜应先洗后切，且不宜炒煮过久，以免受到严重破坏。

维生素D可促进食物中钙质的吸收和利用。一般认为孕期需要补充大量维生素D和钙剂，从上表可知，孕期并不需额外补充维生素D和钙；相反，当给予大剂量维生素D后，反可使胎儿发生肺动脉及主动脉狭窄，且在出生后，其智力和体力均显示发育障碍，故应予重视。

（5）矿物质：含钙最多的食物是牛乳和蛋黄，其次是豆类、麦麸和鲜蔬菜等。妊娠期间钙对胎儿生长及孕妇本身的健康是很重要的。妊娠期间由于血容量增多，胎儿、胎盘、子宫等增大，故需铁量增多，如孕妇红细胞增加约需铁 125 mg，胎儿及胎盘约需铁 400 mg，产时失血约需铁 150 mg，子宫肌血红蛋白约需铁 75 mg，共约需增加铁 800 mg，9 个月闭经可节约 120 mg铁，妊娠期尚需增加可吸收利用铁 680 mg左右，故孕妇每天膳食中需增加铁 10 mg，一般膳食中的铁含量每天约为 15 mg左右，其可吸收的仅为 1/10，约 1.5 mg，所以必须用铁剂补充。孕妇每天需钙 1.0—1.5 g，妊娠后期因胎儿生长发育迅速，其需要量也相应增加，如钙的摄入量不足或吸收不良，胎儿所需的钙只好由母体骨质释出提供，以致孕妇易产生低血钙和肌痉挛等。为此，孕妇在多吃含钙食物的同时，需服适量鱼肝油以助钙的吸收。胎儿的神经系统或骨骼的生长需要磷，正常健康妇女体内含磷平均约 630 g，妊娠期增加约 22 g，因此膳食中应增加。近年来认为体内的微量元素特别是锌的含量对胎儿的生长发育，尤其是神经系统的发育有重要影响。蛋类及粗粮含有较多的微量元素，故妊娠期多吃蛋类等食物，可得到足量的各种微量元素，以利于胎儿的生长发育。此外，当羊水的锌降低时，磷的含量将相应升高，容易导致宫腔感染，对胎儿的生长发育极为不利。

孕妇的饮食 为了保障孕妇和胎儿的健康，通过饮食获得足量的营养素，应调整孕妇的饮食：①膳食供给要均匀，适量增加副食品的种类和数量。②每天可吃鸡蛋 2—3 个，以满足孕妇机体对多种营养素的需要。③多吃豆类及蔬菜，提高植物蛋白质的质量，其维生素和铁、钙等营养成分也会相应增多。④北方生产的小米、杂合面等粗粮制品中，B族维生素和蛋白质都比精白米面高，孕期适量食用有助于这些营养成分的补充。⑤一般可不限制食盐量，但在孕后期食物不宜过咸，以免水肿加剧。另外孕妇宜多接触阳光，有利于皮肤中 7-脱氢胆固醇转化为维生素D。

早期妊娠诊断

早期妊娠是指 12 周末以前的妊娠，当妊娠两个月左右，特别是在停经 45 d前后能够明确诊断早期妊娠是很重要的，对于某些患有严重内科疾病者，及时诊断的意义更大。

临床诊断 有以下病史、症状及体征时，应考虑早期妊娠。

（1）停经：健康的已婚妇女，平时月经正常，一旦发现月经过期 1—2 星期尚未来潮，或仅有少量阴道流血，均应首先考虑是否妊娠，如停经 40 d以上，妊娠可能性增大，停经 2 个月则可能更大，尽管停经是早期妊娠的重要病史，但在少数早孕妇女可有很少量的阴道出血而误认为是月经的都应该引起注意。

有时妇女由于精神紧张、惊恐、悲伤或环境因素导致停经，故仅凭停经病史还不能确诊，必需配合其他症状、体征和检查才能做出早期妊娠诊断。

（2）恶心或伴呕吐：这是由于早孕后体内绒毛膜促性腺激素（hCG）值升高，诱发胃肠道功能紊乱而出现的。孕期晨吐是指常在清晨发生呕恶。一般在妊娠 3 个月左右症状方消失，个别有严重恶心呕吐则属病理状态。

（3）偏食：常喜食话梅、山楂之类酸味食品和清淡食品而不喜吃油腻食物。

（4）尿频：由于早孕后，子宫逐渐增大，可以压迫膀胱，故出现尿频现象，待子宫增大超出盆腔时，尿频症状反可消失。

（5）阴道粘膜着色：妊娠后，阴道粘膜充血，可呈紫红色。阴道粘膜的这种变化，提示了妊娠可能。在某些病理情况下引起的盆腔郁血，阴道粘膜也可出现这种变化。故必须结合症状、体征进行综合判断。

（6）子宫颈的变化：在孕 6—8 周时，子宫颈和外口周围组织的质地软且充血，在行双合诊检查时，宫颈与宫体交界处有可以分开的手感，称为"黑格（Hegar）"征。

（7）子宫增大：随着孕期增长，子宫也相应增大，至孕 8 周时，约增大一倍。孕 12 周时，子宫底可在耻骨联合上缘扪及，约增大 2 倍。

辅助诊断 （1）妊娠试验：是指通过测定妇女血、尿中绒毛膜促性腺激素（hCG）的含量，以诊断早期妊娠及其相关情况的方法的总称。具体方法分生物妊娠试验和妊娠免疫试验两类。生物妊娠试验最常用的是雄蟾蜍试验，将受试者尿液注入雄蟾蜍体内后，见尿中有大量精子，即说明尿中含有hCG。目前此法已少用，取而代之的是妊娠免疫试验，这是根据免疫学原理，将蛋白质hCG抗原注入动物体内使其血清内产生抗体，当这类抗体与原来的抗原（孕妇血、尿中的hCG）相遇时，即可发生凝集反

应。常用方法有：①乳胶试验：使抗原吸附于乳胶颗粒上，产生肉眼可见的抗原抗体反应。一般此法仅作原尿的定性试验，敏感度为 5 000 IU/L。②羊红细胞凝集抑制试验：使抗原吸附于致敏羊红细胞，产生肉眼可见的凝集或沉淀圈，以此来判定孕妇尿中hCG含量。由于抗血清和致敏羊红细胞的敏感度为 312.5 IU/L，如第一孔（未稀释尿）出现圈，则hCG含量为 312.5 IU/L；第一、二孔均出现圈，则为 62.5 IU/L（原尿稀释一倍）；以此类推。如第一孔即凝集不出现圈，说明尿中hCG含量在 312.5 IU/L 以下。总之，可通过稀释或浓缩方法，计算出尿内hCG的大约浓度。③血清hCG放射免疫测定：采固定量的含有hCG抗体的总血清，加入待测孕妇血标本，再加入固定量的核素标记的hCG，使之与血标本中的hCG竞争hCG抗体。血清中含的hCG多，则标记hCG能结合的抗体少；反之则结合多，通过测定沉淀物的放射量，可以推算出血中的hCG含量（μg/L）。本试验非常敏感，最早在排卵后 10 d可以测出hCG量，停经 40 d则几可确诊无误。现尚可测定hCG-β亚单位以避免hCG与黄体生成素的交叉免疫反应。④单克隆抗体二点酶免疫尿试验：采用两个抗hCG单克隆抗体，即抗hCG-α单抗包被于塑料小杯，抗hCG-β单抗标记辣根过氧化物酶，利用夹心层原理的固相酶联免疫吸附分析法，当反应进行时，形成固相/单抗/hCG/单抗/酶结构，洗去游离抗体后，加入底物形成蓝色，根据颜色的强弱确定试验结果。本法简便、准确、迅速。反应灵敏度为 25 IU/L。

(2) 黄体酮试验：利用体内孕激素突然撤退引起子宫出血的原理，对疑为早孕的妇女，每日肌注黄体酮 10 mg，连续 5 d，停药后 3—7 d内有阴道流血者，提示有一定水平的雌激素，为闭经而非早孕；如停药后无出血，则早孕可能性大。

(3) B型超声检查：早孕时即可见到宫颈内出现明亮的光环（即羊膜腔），环中为液性暗区（即羊水），并根据环的直径大小推算妊娠周期数。

(4) 宫颈粘液检查：早孕时，宫颈粘液量少，质稠，镜检见椭圆体，而无羊齿状结晶，结合早期妊娠的临床表现，可进行妊娠诊断。

(5) 基础体温测定：正常情况月经周期的前半期（即卵泡期），基础体温波动于 36.5℃左右，排卵期，体温稍有下降，然后上升进入后半期（即黄体期），一般上升 0.4—0.6℃，约在 37℃左右，直到月经来潮，体温再下降（图 1）。早期妊娠时，因为孕酮的作用，所以基础体温持续升高，如上升已 20 余天（图 2），则确为早孕，故是一个简单而有效的方法。

产前检查

产前检查是保障母体健康、胎儿正常发育和安全分娩的重要措施。

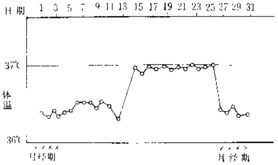


图 1　典型月经周期双相体温



图 2　早孕的基础体温

产前检查的要求

早孕期检查　可以及早发现妊娠期的合并症，给予处理；测量血压作为基础血压，对防治妊娠高血压综合征有利；对有遗传病家族史者通过绒毛或羊水细胞染色体检查，来了解是否有胎儿畸形。

定期产前检查　从作出早孕诊断时开始，一般应在早孕 12 周以内检查一次，以后每月检查 1 次；妊娠 7—9 个月，每 2 周查一次；在妊娠最后 1 个月，每周查一次。农村孕妇，尽可能按上述规定检查，如条件不许可，至少应在孕中期查一次，妊娠 36 周后查两次，有高危因素的应及早转院。

实行系统管理　对于孕妇可按居住地区或工作单位，就近在区内或工作单位挂钩的保健机构进行产前检查及分娩；并需建立转诊制，以致临产时充分掌握孕母和胎儿情况，使之安全分娩，母婴健康。

产前检查内容

病史　对于 35 岁以上的初孕妇应特别注意，同时了解其职业工种，精确计算预产期，从末次月经第一天起，月份减 3 或加 9，日数加 7（农历加 15），即为预产期，例如末次月经为 4 月 1 日，则预产期是第二年的 1 月 8 日并可按妊娠反应、胎动时间等来辅助判定，作好本次妊娠情况记录；包括有无恶心、呕吐，妊娠后期有无头痛、头晕、下肢浮肿等，并应特别注意孕早期有无发热、严重感冒及用药情况。记录既往史及家族史，应注意有无心脏

病、高血压、糖尿病等需加强监护的内科疾病。如家族中有精神病、遗传疾病史等，应更加注意。

体格检查　要注意孕妇的面色，精神状态，心、肺、肝、脾情况。注意身高，如身高在145 cm及以下，则骨盆狭窄可能较大，体重在孕5月开始，一般每星期增加500 g左右，如果体重增加过速而又无水肿出现时，则更应重视有无多胎妊娠或羊水过多等。血压测量，应在休息15 min左右再测量，而且每次均固定测左或右臂，如果在妊娠后期血压较基础血压升高4/2 kPa(30/15 mmHg)时，均属病理状态，应予及时处理。注意乳头长短和有无凹陷，如乳头凹陷可影响产后哺乳，应在妊娠期间纠正，方法用两手指按时针3点、9点和6点、12点，以相反方向由乳头根部向外轻轻移动，这样每日一至二次，每次5 min左右，一般数星期之后，乳头即可隆起，以利于产后哺乳和减少乳头发生皲裂。

产科检查　(1) 腹部检查：为简单实用的方法，可查明胎产式和胎方位，并能对胎儿大小、羊水多少作出初步估计。①视诊：要注意子宫底高度，其子宫长轴为纵形，则为纵产式；如腹部宽，横轴直径较子宫纵轴长，则多为横产式；如腹部明显大于相应孕周，则可能为双胎或羊水过多或为巨大儿。②触诊：应按四步触诊法进行胎位检查，可基本明确胎位情况。③听诊：妊娠18—20周时，在孕妇腹壁上可听到胎儿心音，节律整齐，一般每分钟在140—160次左右，凡在120—160次/min者均属正常范围。胎心音在靠近胎儿背部上方的母体腹壁上听得最清楚。枕先露时，胎心音在母体脐右下方或左下方；臀先露时，胎心音在母体脐右上方或左上方；肩先露时(即横位)，胎心音在靠近脐部听得最清楚。

(2) 骨盆测量：骨盆的大小和形态是决定胎儿能否经阴道分娩的重要因素，如发现有骨盆异常，应在产前一个月再做一次详细的骨盆测量，特别注意坐骨棘、坐骨切迹、骶骨弧度等。

临床的骨盆测量有两种：①骨盆外测量：包括髂前上棘间径：正常值为23—25 cm。髂嵴间径：正常值为25—28 cm。粗隆间径：正常值为29—31 cm。骶耻外径：取左侧卧位，右腿伸直，左腿弯曲，测量自第五腰椎棘突下至耻骨联合上缘中点的距离，正常值为18—20 cm。出口横径：也称为坐骨结节间径。孕妇取仰卧位，弯腿，双手抱双膝，测量坐骨结节前端内侧缘的距离，正常值为9 cm左右。也可用拳头测量，此法简便，不需骨盆测量器，如果坐骨结节之间能容纳一成人横置手拳，则大于8 cm。此径线可直接测出骨盆出口横径的宽度。耻骨弓角度：正常者约为90°，可用两拇指尖斜着对拢，放在耻骨联合下缘，左右两拇指平放在耻骨降支的上面，测量两拇指间的角度，小于80°为不正常。耻骨弓角度也可以反映骨盆出口横径的宽度。如骨盆外测量所得的数值小于正常值，则需作骨盆内测量。骶耻外径数值小于18 cm时，应测骶耻内径；测得出口横径数值小于8 cm时，应测出口后矢状径。②骨盆内测量：适用于骨盆外测量有狭窄者。内测量能较准确地测知骨盆大小。测量时，孕妇取膀胱截石位，孕妇外阴部应消毒，检查者戴无菌手套，涂以润滑油，轻轻放入阴道，主要测量以下两个径线：骶耻内径：为耻骨联合下缘至骶岬上缘中点间的距离，正常值应大于12 cm，此径所得数值减去1.5—2.0 cm，即为骨盆入口前后径的长度。坐骨棘间径：正常值为10 cm左右。这仅为临床估计，必要时需X线骨盆测量。

(3) 阴道检查：孕妇初诊时，必须作阴道检查。如在妊早期3个月时应行双合诊以了解产道、子宫、附件有无异常情况。妊娠最后1个月及临产后，尽量避免不必要的阴道检查，以防感染。

化验检查　初诊时即应查血红蛋白、红细胞计数，有助于及时发现贫血。并应同时检查血型、肝功能、尿蛋白及尿糖等。

复诊检查　目的是及早发现异常，内容包括：①询问有无异常情况如头晕、头痛、阴道出血、胎动等。②测量体重、血压及有无水肿。③检查胎心、胎方位，注意子宫底高度是否与妊娠月份相符，可及时发现双胎、羊水过多或巨大儿、胎儿宫内生长迟缓等。④某些特殊检查如胎盘功能、B型超声检查等，根据具体情况决定。⑤进行孕期卫生宣教，特别注意胎动计数及自我监护，并预约下次复诊时间。

胎儿监护

胎儿监护(fetal monitoring)是采用一些物理学或生物化学技术监测胎儿情况，以便对异常情况及早采取相应措施，以达到有利于优生，降低围生期儿死亡的目的。监护的方法可分为胎儿—胎盘功能监护、胎儿电子监护仪检查、胎儿成熟度检查和家庭自我监护。

胎儿—胎盘功能监护　最常用的有以下几种：

(1) 尿雌三醇测定：胎儿体内具有17 β羟脱氢酶、16-α和17-α羟化酶、碳链酶等，而胎盘内又具有硫酸酯酶、芳香化酶及异构酶等。在这些酶共同作用下，合成雌三醇。如果胎儿及胎盘功能不佳，则雌三醇的合成必然减少，所以应用这些原理测定血清游离雌三醇或24 h尿雌三醇可作为监护胎儿—胎盘功能的一项指标。在足月妊娠时，24 h的尿雌三醇(简称E_3)低于34 680 nmol(10 mg)为异常；如低于13 870 nmol(4 mg)，示胎儿即将死亡。在妊娠后期血清游离E_3 < 13 870 nmol/L，则提示胎儿—胎盘功能不良

(2) 尿雌三醇/肌酐比值：简称E/C比值。为了方便病人可取任意一次尿液测定E/C比值。E/C＜10为危险值，10—15为警戒值，＞15为正常范围

(3) 胎盘泌乳素(HPL)测定：是单纯反映胎盘功能的一项指标。它由绒毛合体细胞所分泌。在正常足月妊娠时，HPL值在10 mg/L；如＜4 mg/L，提示胎盘功能

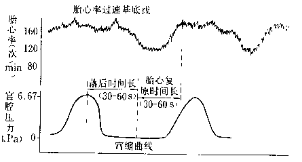
不良，胎儿有很大危险性。但如突然明显增高，可能是由于绒毛水肿、合体细胞大量释放HPL，这种现象常发生在Rh血型不合的情况下。

(4) 硫酸脱氢表雄酮负荷试验：简称DHEA-S负荷试验。方法为静脉注射DHEA-S 50 mg，分别于注射后15、30、60、120 min抽血1 ml测血浆E_1、E_2、E_3及E_4。如E_2、E_4值升高不明显时，提示胎盘功能不良，胎儿预后受影响。由于此法复杂，故不可能推广使用。

胎儿电子监护仪检查 是临床上最常用的胎儿监护方法。

(1) 无负荷试验(NST)：主要观察胎动时的胎心变化。正常时胎心率基线在120—160次/min之间，胎心率振幅即其变动范围为6次或更多，20 min内有胎动。胎动时，胎心率上升15次或以上，持续15 s或以上，则为有反应型；示胎儿在子宫内情况良好；反之，则为无反应型，示胎儿可能有宫内缺氧现象。

(2) 催产素激惹试验(OCT)：主要是观察宫缩时胎儿心率的变化。先用催产素2.5 U加入5%葡萄糖500 ml内，静脉滴注，刺激子宫收缩达每10 min有3次宫缩、每次持续30—40 s，然后进行电子监护仪检查。正常时在宫缩前后胎心率无明显改变，称为阴性反应，提示胎儿情况良好；如果出现和子宫收缩有不同步的胎心减慢，胎儿心率波谷与宫缩波峰相比落后30—60 s，胎心率每分钟



胎心率晚期减速

下降≥50次，且反覆出现至少二次以上(如上图)，为OCT阳性反应，示胎儿—胎盘功能不良，有胎儿宫内缺氧存在。临产后，在自发宫缩情况下的监护称宫缩负荷试验(CST)，与OCT的意义相同。无论是NST或OCT、CST，都有假阴性和假阳性，所以还应结合具体情况或其他指标进行判断。

(3) 生物、物理指标监测：是应用B型超声和胎儿监护仪联合观察胎儿的呼吸活动度、胎体活动度、肢体张力、胎心率变化和羊水量等项指标，如下表所示，每项指标2分，共10分，如有一项异常，即得8分，此时胎儿情况仍良好；如在8分以下，则胎儿有宫内缺氧。此法是当前最为可靠而且直接反映胎儿即刻的情况。唯一缺点是需观察较长时间。

生物物理指标评分

项目	正常	异常
胎儿呼吸活动	观察30 min至少有一次为期30 s的呼吸运动	30 min内无为期≥30 s的呼吸运动，或无胎儿呼吸运动
胎体活动	30 min内至少有3次间断的体/肢活动(连续活动只作一次计算)	30 min内体/肢活动<2次
胎体张力	胎体或肢体至少一次伸展后恢复至曲屈，胎手伸展、握起示张力正常	肢体伸展缓慢，部分曲屈或无胎体活动
胎心率反应	30 min内至少二次胎心加速≥15次，持续15 s	30 min内胎心加速<15次/min，加速活动<2次
羊水量	至少有一个羊水液平垂直>10 mm	羊水液平垂直<10 mm

胎儿成熟度检查 有的高危孕妇本身病情较重，为了有助于母儿健康，需了解胎儿成熟度，以便作出是否需适时结束妊娠的决定，常用的方法如下：

(1) 超声检查：B型超声可了解胎盘成熟度以估计胎儿成熟情况，特别可基本反映胎儿肺成熟度。如B超见胎盘小叶出现环状钙化，其中为暗区，则提示胎盘过熟。

超声测量胎头双顶径。如在8.5 cm以上，示胎儿成熟机会较大。

(2) 羊水检查：以测定胎儿成熟度：①主要为测定羊水中的卵磷脂/鞘磷脂(L/S)比值，测定胎儿肺成熟度。因为成熟的胎儿肺能由II型细胞产生一种磷脂类的表面活性物质，使胎儿出生后肺泡不致塌陷，保障正常呼吸。如果在羊水中，L/S>2，或者有磷脂酰甘油(PG)存在，就提示胎儿肺成熟。也可作羊水震荡试验。方法是将羊水澄清液稀释一定比例，将试管用力振荡20 s后，如有足够的磷脂在羊水内，则和酒精作用而产生泡沫，如在1∶2情况下即有泡沫，示胎儿肺成熟，如为1∶1.3为阳性，属可疑，亦即胎儿肺有不成熟的可能。②主要是测定羊水中的肌酐含量，以测定胎儿肾脏成熟度。如肌酐≥176.8 μmol/L(2 mg/dl)，示胎儿肾成熟。此法简单也较可靠。③测定胎儿皮肤成熟度，随着胎儿皮脂腺的成熟，羊水脱落细胞中脂肪颗粒逐渐增多，脂肪颗粒经用硫酸尼罗蓝(Nile blue)染色后呈橘黄色，如这种橘黄细胞比例在20%以上，即表示胎儿皮肤成熟。以上诸种方法，以羊水的L/S特别是羊水中磷脂酰甘油(PG)测定最为可靠，只要有PG存在，即示胎儿肺成熟，就不会发生新生儿呼吸困难综合征。

此外，在妊娠后期，特别是妊娠35周以后，胎动计数对于判断有无宫内窘迫，是一种简易有效的方法。

家庭自我监护 在妊娠后期，即妊娠32周后，在家庭中由孕妇和其丈夫合作进行的一种胎儿监护方法，此法简便有效，其目的是降低围生儿死亡率和发病率。家庭

自我监护包括胎动计数、胎心听取和观察子宫收缩、阴道流水或流血等项目。

胎动计数 胎动次数的多少直接反映胎儿在子宫内有无缺氧、窒息情况，在一定程度上，比尿雌三醇(E_3)测定所反映的胎儿—胎盘功能情况还要准确。因为由于各种病理情况所引起的子宫胎盘血流灌注降低时，胎儿就可以逐渐受到缺氧的影响，而发生胎动改变，开始可能有胎动增多，以后则胎动减少或消失。一般在胎动消失24 h左右，即可出现胎儿死亡，尤其是在有脐带打结或绕体、肢、颈部时，由于脐血流急剧受影响，胎儿可出现明显胎动增多之后而胎动消失，胎儿死亡。所以胎动计数是孕妇进行家庭自我监护的一项重要措施。具体方法如下：每天早、中、晚三次，每次1 h，可卧床或坐位进行计数。如胎儿连续动时，作一次计算。在正常情况下，每小时胎动次数在3—20次。早、中、晚三次计数的和乘以4，即为12 h胎动之和。如果每小时胎动次数<3次，或>20次，则为异常。或者12 h胎动总和<20次也属不正常。如果连续有12 h无胎动出现，则更属异常，应该立即到医院检查。同样，如果胎动频繁，也不可忽视。

胎心听取 在妊娠后期，听取胎心并不困难。可由丈夫在家中定时听取一次。正常情况下，胎心每分钟120—160次，而且是规则的。如果胎心不在上述范围内，或者是快慢不齐，则是异常现象，也应去就诊。

胎心听取的方法很简单，可训练丈夫用耳朵贴在孕妇的脐左下或右下方听取，如果是臀位，则可以在脐左上或右上方清晰地听到胎心。非医务人员用木听筒听反而不易听到胎心。不如用耳更为方便可靠。

注意子宫收缩 在妊娠37周之前，例如在妊娠的28—35周，可偶有轻微而稀弱的腹胀，很可能发生早产，就应该由丈夫或孕妇自己观察腹胀间隔时间，每次持续几秒钟时，应尽快就医，特别当伴有见红或阴道流血，即使很少量也应立刻就诊。

注意胎膜早破及阴道流血 在妊娠后期，如突然有阴道流水，则为胎膜早破而致羊水流出，很可能发生流产；当有阴道少量出血时，更应引起注意，特别是有人工流产的病史时，可能是由于胎盘位置异常(前置胎盘等)而引起的阴道出血，所以当有以上任何一种情况时，都应该立刻就诊。可以得到及时的治疗。

总之，在妊娠后期，孕妇的家庭自我监护，最重要的是胎动计数，胎心听取。对腹胀、阴道流血或流水应加以注意和就医，这对于母婴的健康均有益。

胎儿宫内生长迟缓

胎儿宫内生长迟缓(intrauterine growth retardation IUGR)是指胎儿在子宫内生长发育较慢，以至出生时体重较低，低于同胎龄的正常出生体重均值减去两个标准差或第十百分位数以下，是围生期主要的并发症之一。有人认为可分为胎儿营养不良和胎儿发育不全两大类。胎儿营养不良是由于母体合并症或胎盘输送营养障碍引起，例如妊娠高血压综合征(妊高征)、糖尿病、甲状腺功能亢进(甲亢)、心脏病、双胎、吸烟或其他不良环境因素。胎儿发育不全，主要发生于孕早期和中期，是由于染色体异常和胚芽期的畸形所致。目前尚无有效的治疗方法。

分类 根据发生时期、胎儿体型，并结合发病原因可分为三类：

(1) 内因性匀称型宫内发育不良：是原发的发育不良。抑制生长因素在胚胎期已发生作用，胎儿在体重、身长和头围三方面均匀地受影响。基本原因是基因或染色体异常、病毒感染或由于中毒和放射性物质影响所致。

(2) 外因性不匀称型宫内发育不良：在早期妊娠胚胎发育正常，到了妊娠末期才受到危险因素的影响，胎儿身高、头围和体重三者中，只影响体重，故发育不均匀。基本原因是胎盘功能不足，常见于高年初产妇、子宫血流障碍、胎盘附着异常，如有妊娠高血压综合征、高血压、糖尿病、过期妊娠等可加重子宫胎盘血流障碍。

(3) 外因性均称型宫内发育不良：是上述两类的混合型。主要原因为重要生长因素，如叶酸、氨基酸或其他营养素缺乏，其后果为新生儿体重、身高和头围均减少。

胎儿宫内生长迟缓对胎儿的影响 胎儿宫内生长迟缓的发生率约2%—10%。在围生期死亡率较正常儿高8倍。对胎婴儿近期的影响表现为：①易发生胎粪吸入综合征。②易发生低氧血症，在分娩后3—4 h新生儿耗氧量即增加，而正常婴儿在24 h后才增加，因而这类新生儿应该在分娩后及早补给氧气。③由于低氧，胎儿宫内窒息的发生率达34%左右，为平时的3—4倍。④由于低氧，胎婴儿可发生血红细胞增多症。⑤由于肝脏发育受损，糖原合成减少，因而易产生新生儿低血糖症。⑥易发生酸中毒和低钙血症。对新生儿远期影响是胎儿在出生后最初一周生长速度较正常为快，一岁时生长速度减慢，至5岁时比正常婴幼儿低20—25百分位。在心理发育方面，内因性IUGR预后较差，很少发生脑瘫，但易发多动症、夜尿症，讲话及阅读常有影响；脑电图往往显示异常。不能排除是由于缺乏锌等微量元素而引起的脑组织发育受损

临床监护 可通过以下方法进行监护：

(1) 人体测量法：最常用的是耻骨联合至宫底高度与孕周相对照，这是既简便又较正确的首选方法，可预测79%的IUGR，如再加测腹围，正确率可达86%—90%。

(2) 胎儿发育指数：胎儿发育指数=宫底高度(cm)－3(月份+1)。如果胎儿发育指数小于－3，表示胎儿发育不良，如在－3和+3之间，表示胎儿发育正常，如大于+3，则有胎儿过大可能，或有双胎或羊水过多等异常情况。此法虽粗糙，但较简便，有临床参考价值。

(3) 胎头双顶径(BPD)：早孕时平均每周增长4

mm，中孕时为 2.6 mm，晚孕时为 1.4 mm，计算时应至少观察 3 周，正常BPD为每三周增长 7.8 mm。如果 3 周BPD增长小于 4 mm或每四周少于 6 mm，则可诊断为IUGR。

治疗 应越早越好，在 38 周以后，胎盘已呈老化现象，绒毛间隙逐渐关闭，此时已无法通过对母体治疗，经胎盘转递营养物质来达到纠正宫内胎儿发育迟缓的状况。具体措施可用左侧卧位休息，使肾血流量和肾功能恢复至正常状态，从而改善了宫胎盘的供血，并有利尿作用，尿雌三醇也会有明显提高。

(1) 药物治疗：每日给 25%—50%葡萄糖静脉推注或能量合剂与 5%葡萄糖液静滴，7—10 d为一疗程，以补充胎儿发育的主要营养成分之一——碳水化物；也可应用静脉滴注含有 11 种必需氨基酸的复方氨基酸溶液来治疗IUGR；早期补充锌元素，对胎儿生长发育有帮助；此外，可用小剂量肝素(25 mg)加丹参注射液 5 支，溶于 500 ml低分子右旋糖酐溶液中，静脉滴注，以改善了宫绒毛间的血供。但对有溃疡病出血史或眼底出血及其他出血倾向者禁用。β-类兴奋药，如舒喘灵等，有扩张血管、改善子宫胎盘血供作用，对于妊娠高血压征等引起的IUGR也有一定疗效。

(2) 产科处理：IUGR经确诊后，是继续妊娠还是中止妊娠，取决于两个方面，即胎儿是否已成熟，以及如继续妊娠对母体是否有危险。凡是经临床估计母体尚可继续妊娠而胎儿尚未成熟者，则可在严密观察下待胎儿成熟后结束妊娠。如胎儿虽没有成熟，但母体病情已较重，为母体安全考虑，也需结束妊娠。如胎盘功能低下，特别是羊水伴有胎粪污染或羊水过少时，更提示胎儿已宫内缺氧，应立即结束妊娠。IUGR者，出生后如确为小于胎龄儿，则易并发红细胞增多症、低血糖、低血钙等，所以必须加强护理和治疗。

孕期用药对胎儿的影响

妊娠期间用药对胎儿的影响是值得重视的一个问题。在某些情况下，适当应用某些药物有利于胎儿，但是，如滥用某些药物或者单纯从母体需要来考虑，则对胎儿可有不同程度的危害性。一般可分以下几类

毒性大的药物 (1) 放射性核素：如放射性核素 [131]碘可通过胎盘进入胎儿体内，破坏胎儿的甲状腺，胎儿甲状腺于孕 7—8 周后已能吸碘，故孕妇忌用。

(2) 抗代谢类药物：如各种抗肿瘤药物能抑制或杀灭生长旺盛的细胞，对胎儿都有毒性反应，可导致流产、死胎、畸胎等，其中毒性最大的是抗叶酸类药物能导致畸胎。一般认为抗肿瘤药在妊娠早期对胎儿可有一定影响，要慎用，最好避免全身用药。如在妊娠中、晚期用药，因胎儿各器官的分化已完成，致畸影响少，但流产、早产和死胎率会略有增加

(3) 四环素：尤以静脉用药，日量达 1.5 g以上时，可致孕妇急性脂肪肝死亡，也有报道口服四环素发生上述情况者；在孕 16 周后用药者可使乳齿黄染及抑制胎儿骨骼生长。

毒性较肯定的药物 (1) 抗甲状腺药物：如硫氧嘧啶或他巴唑，都可通过胎盘进入胎儿体内，较大剂量用药时能抑制胎儿的甲状腺功能，从而患呆小病；还可因负反馈作用使胎儿脑垂体所分泌的促甲状腺素分泌增多而致甲状腺肿大，甚至造成分娩困难。因甲状腺素不易通过胎盘屏障，如服甲状腺素也不能防止抗甲状腺药物对胎儿的不良影响。孕妇因甲状腺功能亢进而必需用药时，一般剂量宜为非孕妇用药的半量，如丙基硫氧嘧啶为 50—100 mg，一日三次，或他巴唑 5—10 mg，一日三次待症状控制后再逐渐减量或停药。

(2) 孕妇大量长期服用碘剂：可降低胎儿甲状腺球蛋白分解酶的作用，使胎血中游离甲状腺素减少，以致甲状腺功能减退和甲状腺肿大。

(3) 性激素：如雄激素，包括睾丸酮及由其衍化来的孕酮类药物如炔诺酮等，能使女胎男性化，但只局限于外阴，不影响内生殖器官的发育，因后者受Y染色体支配。孕 12 周前用药者可使阴唇粘连、阴蒂肥大；12 周后由于外生殖器已分化完成，再用药者仅会使阴蒂肥大。乙底酚虽非甾体类激素，但其立体结构也可看作天然雌激素被裂解而成。服用大量乙底酚有增加子宫内膜血供的作用。孕期服乙底酚者所生下的女孩到 15—22 岁时，可得一种极为少见的阴道或子宫颈透明细胞癌，常有不规则阴道出血和排泄增多等症状，因无法做阴道检查，病灶不能窥及；如取阴道涂片，则腺癌细胞一般又不像鳞癌细胞那样易被发现，故待确诊时，病情常已至晚期。国外报道在妊娠 8 周内服用乙底酚者，所生女胎患阴道腺癌的发病率为 70%，而在 18 周后用药者无影响。

(4) 抗凝血药：在妊娠早期服抗凝血药如双香豆素和华法令者可致畸胎；在妊娠晚期服用者可致胎儿脑出血。孕期必需用药时宜用不易透过胎盘的肝素

(5) 链霉素：孕妇长期注射链霉素后，约 3%—11%的婴儿有听神经损害。故建议孕妇使用链霉素时以每周注射 2 g为妥。卡那霉素等也有类似的听神经损害作用。抗结核药中的异烟肼、对氨水杨酸钠和利福平对胎儿并无不良影响。

(6) 吗啡类药物：孕妇注射吗啡后胎血中浓度高于母血浓度，并可维持 4—6 h，故估计孕妇在 6 h内分娩者不宜应用吗啡类药物，以防药物对新生儿的呼吸抑制。度冷丁对新生儿呼吸抑制较轻，肌注 100 mg后对正常健康新生儿的呼吸影响少，但大剂量以及对早产儿还是有影响的。故估计在 2—4 h内分娩者慎用。

可能有毒性的药物 (1) 肾上腺皮质激素：此类药物对孕兔、孕猴可引起仔代的腭裂畸形，但对人的致畸影响轻微。

(2) 抗癫痫药：有人认为孕妇服用苯妥英钠后可使胎儿发生唇裂、腭裂、小头、先天性心脏病等畸形，发生率为对照组的2—5倍；也有人认为畸形的发生并非由于药物引起，而与癫痫患者本身有关。但为安全起见在早孕时宜改用苯巴比妥或其衍生物扑痫酮治疗。妊娠中、晚期必要时也可用苯妥英钠治疗。苯妥英钠有抗叶酸的副作用，故应加用叶酸。

(3) 水杨酸盐：以阿司匹林为代表进行动物实验时，服用大量水杨酸盐者胎仔可致畸。但其致畸作用轻微。此药可阻止血小板凝集，对早产儿出生后易致凝血功能障碍，发生颅内出血、紫癜和短暂的便血。

(4) 磺胺类药：在妊娠早、中期用药者，对胎儿并无毒性反应。在妊娠晚期用药者，特别是长效类，由于此药可使胎儿体内已与蛋白质结合的胆红素游离，使血中游离胆红素增高，胎体内的游离胆红素可由孕妇肝脏代偿解毒。但新生儿期因肝脏缺乏葡萄糖醛酸转移酶，不易解毒，故积聚的游离胆红素可渗入中枢神经而致核黄疸，尤其在早产儿影响较大，故对将在2周内分娩的孕妇不宜应用。至于磺胺增效剂因有抗叶酸代谢作用，在孕早期时不宜与磺胺药合用。

(5) 氯霉素：对胎儿并无毒性，但对新生儿，尤其是早产儿，由于其肝脏缺乏葡萄糖醛酸转移酶，解毒功能低下，以及肾脏的排泄功能较差，易蓄积中毒，发生以呼吸功能不全、紫绀、腹胀为特点的灰色综合征，故估计将在1—2周内分娩者不宜大剂量应用。此外，偶可因过敏而使胎儿发生颗粒细胞减少症或再生障碍性贫血者。

(6) 抗滴虫药：灭滴灵除治疗滴虫性阴道炎外，也常用来治疗厌氧菌感染，此药及其代谢产物对细胞有诱变作用。故对滴虫性阴道炎者应避免口服用药，而治疗厌氧菌感染时除孕早期不用外，中、晚期用药并无禁忌。

(7) 抗疟药：早孕患者服用奎宁，所分娩婴儿有先天性耳聋或耳、眼缺陷的危险。也有报道氯喹啉引起胎儿耳聋和脉络膜视网膜炎。

(8) 降血糖药：口服甲磺丁脲可通过胎盘影响胎儿的血糖值，并对胎儿致畸。糖尿病患者分娩的畸胎为正常孕妇的3倍，故孕妇用药以不通过胎盘屏障的注射用胰岛素为宜。

哺乳期用药对乳儿的影响 很多药物可通过血浆乳汁屏障进入乳汁中去，但通常进入乳汁中的量不及乳母用药量的2%，故常用药物的常用剂量并不影响乳儿，仅极少数药物例外，包括锂、抗肿瘤药物、抗甲状腺药物、放射性核素、苯茚二酮(phenindione)和氯霉素，必须用药时要停止哺乳。

目前有关药物等外界因素对胎儿和婴儿影响的认识还非常肤浅。分析致畸原因，其中原因不明占69%，遗传因素占25%，染色体畸变占3%，由于药物等影响所致者仅占3%。且现有资料或仅凭产妇的回忆，或仅凭动物实验，具有一定的主观片面性，故药物等外界因素对胎儿的影响尚待进一步深入研究

孕期感染对母婴的影响

孕期感染种类繁多，常给母婴带来不良后果。如肝炎、梅毒。此外，还有引起致畸的弓形体病、风疹病毒、巨细胞病毒和单纯疱疹病毒感染。

风疹 由风疹病毒引起。病毒可通过胎盘导致流产、胎儿畸形。先天性风疹综合征是指由于孕早期风疹感染而发生先天性白内障、小头畸形、先天性心脏病、病毒间质性肺炎、尿道下裂、白细胞减少症、腭裂、短指等。故凡在孕早期感染风疹者，原则上应该行人工流产术，在妊娠中或晚期感染者，需注意胎儿有无畸形。

巨细胞病毒感染 巨细胞病毒可使感染的组织细胞增大，并在细胞核内形成包涵体而使整个细胞呈特征性鹰眼结构，故也称巨细胞包涵体病。此病最大危害是通过胎盘引起胎儿宫内感染或产时通过产道而感染。以初孕妇较多，临床表现：可有低热、乏力、咽痛、关节酸痛及淋巴结肿大、阴道分泌物增多，以及单核细胞增多。对胎儿的影响为可致死胎、流产，易有脑积水、脑软化、肝脾肿大、白内障、先天性心脏病、先天性耳聋等。诊断目前常用细胞学检查，从阴道分泌物、宫颈粘液、尿液涂片中寻找巨大的胞核和胞浆中含有包涵体的"鹰眼状细胞"。也可采集血液、唾液、宫颈分泌物等进行巨细胞病毒培养或行血清间接凝集试验诊断巨细胞病毒感染；另外，测定其IgM，如升高则提示有原发性巨细胞病毒感染。在妊娠早期如确诊有巨细胞病毒感染时，则以行人工流产为妥。

单纯疱疹病毒感染 人类疱疹病毒主要是II型病毒(约85%)侵犯泌尿生殖道粘膜。由I型病毒引起的仅占15%。妊娠期的人类疱疹病毒(HVH)感染主要引起胎儿宫内感染和新生儿感染，可发生流产，死胎、胎儿畸形如小眼球、脑钙化。经阴道分娩后，新生儿易发生疱疹性结膜炎、全身感染、循环衰竭等致死亡。

产科处理方面，由于在妊娠后期HVH感染极易发生胎膜早破和早产，所以凡怀疑有HVH感染时，应进行宫颈粘液病毒培养和血清学检查。一旦确诊有HVH感染而B型超声检查又无胎儿畸形证据时，则应行剖宫产术以防产时感染；如已发现胎儿畸形则任其由阴道分娩

预防方面，目前尚无特效疫苗防止HVH感染，但注意性生活卫生，加强孕期保健十分重要，产时由于经产道感染HVH使新生儿得病机会约50%以上，所以预防妊娠晚期的局部感染和适当选择分娩方式非常重要

流行性感冒 这是由流感病毒引起的急性呼吸道传染病。

在妊娠早期罹患流感时，流产、死胎或胎儿畸形的机会增加，特别是神经管缺陷的发生率升高，现已肯定流感病毒对正常胚胎的神经管发育确实起到干扰作用。另外，流感可致早产、先天性畸形及围生期死亡率增加，甚至有

人认为此种新生儿在以后发生恶性肿瘤或急性淋巴细胞白血病的机会也增加。诊断可根据流行季节、症状和体征以及咽部分泌物查到包涵体等。

弓形体病 弓形体是细胞内寄生虫，弓形体病又和接触动物如狗、猫、牛、羊等有关。可由母体子宫内经过胎盘而感染胎儿，胎儿吞咽了含弓形体的羊水也可受到感染。胎儿感染弓形体后，可影响发育并可致流产、死胎及宫内发育迟缓和畸形。所致畸形可有小头畸形、无脑儿、无眼、小眼、先天性白内障、先天性耳聋、无臂畸形等；也可有脑性瘫痪发生。在妊娠早期识别是否有急性弓形体感染很重要。对于有原因不明的死胎、畸胎史的孕妇，或有淋巴结肿大、感冒发热特别是有喂养猫的爱好者可行弓形体的检查，包括血凝法、微量酶联免疫试验以确诊。另外可行B型超声检查胎儿脑室一大脑半球比值、腹水或肝肿大等，结合病史及化验来明确诊断。治疗弓形体病的首选药物为毒性较小的复方新诺明。螺旋霉素可作用于细胞外的弓形体。

妊娠合并梅毒 梅毒是通过性交传播的，由苍白密螺旋体引起的一种慢性传染病，是主要性病之一。梅毒患者常有不孕。由于梅毒螺旋体可通过胎盘累及胎儿，可发生流产、死胎、早产或婴儿有先天性梅毒。如孕妇未经驱梅治疗，仅有1/6的机会分娩正常婴儿。一般认为孕妇感染梅毒，距开始受孕时间越短，妊娠前又未接受驱梅治疗者其胎儿受感染机会越多。诊断可根据丈夫有无冶游史、性病史，个人有无杂乱性交史，有无原因不明流产、死胎史等，并检查孕妇及其配偶的外阴、皮肤有无梅毒病变遗留的疤痕及扁平湿疣等，并注意男女双方腹股沟淋巴结有无肿大、压痛。实验室检查可行康氏反应及华氏反应等检查。也可进行特异性抗螺旋体试验以助确诊。

驱梅治疗常用普鲁卡因青霉素或用长效青霉素。如孕妇有青霉素过敏，则用红霉素。中国卫生部曾规定对于妊娠期梅毒，用青霉素肌注，总量600万U为一疗程，于妊娠早或中期一疗程，妊娠晚期一疗程。产前应按时检查，胎儿娩出后，应行脐血康一华氏反应检查，梅毒孕妇娩出新生儿应给青霉素治疗，并进行随访，以便再进行必要的治疗。

妊娠合并淋病 淋病是由淋病双球菌通过性交而传播，病情较非孕期严重，可能与妊娠期盆腔充血及防御能力低下有关，而且易引起流产、死产及早产。临床表现为妊娠期有淋菌感染后，易引起血行播散，可有关节酸痛、恶寒、发热，肢体及躯干可有脓疮、坏死性皮损等，病情历一周后可渐好转。诊断时注意询问配偶冶游史、杂乱性生活等。另外，可由宫颈、尿道口、尿道旁腺等处分泌物直接涂片革兰染色找淋球菌或行培养或行荧光抗体试验。一旦确诊应即刻使用青霉素治疗，如为播散性淋菌感染者则以青霉素大剂量静脉点滴注射，也可用复方新诺明治疗。此等患者的新生儿需用5%弱蛋白银滴眼，并需用青霉素治疗，同时加强护理，眼局部用生理盐水冲洗，并用青霉素和氯霉素眼药水交替滴眼。

羊膜感染综合征 绒毛膜羊膜炎是对胎儿影响很大的一种并发症，常见于胎膜早破的患者。子宫内感染常导致围生期死亡率增加，主要原因是胎儿吸入了感染的羊水引起肺炎或败血症。孕妇临床表现可有发热、子宫压痛、宫颈脓性分泌物、孕妇心率加快及胎心率过速，每分钟常超过160次。化验可表现白细胞及中性粒细胞升高，羊水涂片可查到细菌，如行羊水细菌培养可为阳性。当羊水磷锌比值超过200时，示无抑菌作用。C反应蛋白(简称CRP)值升高，>2 mg或胎儿脐静脉血IgM>300 mg/L，均未有羊膜炎及宫腔感染存在。宫颈管或宫腔培养以及新生儿脐根、咽、耳等处细菌培养阳性。胎膜及胎盘病理学检查可有绒毛膜动静脉炎、白细胞渗出等。

预防的关键为针对胎膜早破进行处理。35周以上或胎儿在2 500 g左右，则在胎膜破后8—12 h予以引产；如在33—35周妊娠，鉴于胎儿尚未成熟，虽然胎膜早破，可在严密观察下，卧床休息，适当使用抗生素，保守至36周妊娠再予以引产。如在妊娠36—37周胎膜早破者，24 h不临产，则应用催产素引产，或按当时具体情况予以妥善而积极的处理。如此，则可能减少发生感染。

凡属绒毛膜羊膜炎者，应立即使用广谱抗生素静脉滴注，而后予以催产素引产或行腹膜外剖宫产以尽快结束分娩。此种患者的新生儿不论有无感染表现，均应同样使用广谱抗生素以防止新生儿感染，个别患者因感染严重，甚至出现败血症。应用广谱抗生素仍不能控制者，则需行子宫切除，以去除原发病灶，从而可挽救病人生命。

孕期感染对母婴威胁都大，然而只要定期产前检查加强孕期保健，及早发现异常予以诊治，则对于减少各种感染对母婴的不良影响还是有很重要作用的。

高危妊娠

高危妊娠(high risk pregnancy)是指妊娠期各种病理因素对孕妇，尤其对胎儿与新生儿构成较高危险性，从而增加围生期母婴发病与死亡率者。为了保障母婴健康和优生、优育，加强高危妊娠管理极为重要。

病因 (1) 慢性危险因素：①母体因素：如高年初产或多产，不良产科史，ABO或Rh因子血型不合。②母体疾病：如妊娠高血压综合征，特别是先兆子痫、子痫、慢性高血压、肾炎，严重的心脏病、贫血、血液病、胶原性疾病(如系统性红斑狼疮)、胸廓畸形、糖尿病等。③胎儿一母体因素：如早产、胎儿宫内生长迟缓、过期产、巨大儿、头盆不称等，以及胎儿因素如胎位不正、多胎等。

(2) 急性危险因素：①子宫因素：如原发性或继发性宫缩乏力、子宫强直性收缩。②胎盘因素：如前置胎盘、胎盘早期剥离、胎膜早破、羊水过少、羊水过多等。③脐带因素：如脐带脱垂、脐带受压。④胎儿因素：如胎儿宫内窘迫。以上各种高危因素对母儿的影响和后果不同，但如有

一种以上的高危因素同时存在,例如有糖尿病再并发妊娠高血压综合征等则对母婴危险更大。

防治 高危妊娠的处理主要为做好产前检查。要求每个孕妇在孕3个月时登记检查,凡属于高危妊娠的孕妇应详细了解病情的严重程度,制订计划,加强产前检查或设立家庭病床随访;要正确估计胎儿生长情况,首先应精确计算孕周,可按末次月经、妊娠反应、胎动时间判断,在妊娠后期,孕周减5,即等于该孕周的正常宫底高度,例如孕40周减5时,示宫底高度为35 cm,则胎大小正常,有条件情况下,可行B型超声测量胎儿双顶径、胸径、腹径以及胎盘成熟度,均可协助判断胎儿大小及孕周是否有误或胎儿宫内生长迟缓;胎盘功能测定见"胎儿监护"条。

对于母体合并症或并发症可按其严重程度而提早住院治疗,特别是有严重内科合并症者,应与内科密切协作,配合治疗。少数严重患者如胸廓畸形肺功能低下或糖尿病酸中毒合并妊娠者,不受妊娠周数限制而应及时住院治疗,以控制病情发展。妊娠后期,一般在妊娠32周以后,如孕妇病情较重,而胎儿肺不成熟时,可自宫腔内抽羊水测卵磷脂/鞘磷脂(L/S)值的同时,行宫腔内注射地塞米松10 mg,以促使胎儿肺成熟。静脉滴注或肌注地塞米松效果一般较宫腔内注射者为低。氨基茶碱不仅有防止早产的作用,且有促使胎儿肺成熟的效果,同时可使平滑肌扩张,所以对于妊娠高血压综合征患者使用之后可一举数得;对所有高危妊妇,经治疗,胎儿已成熟者,适时结束妊娠是必需的,如胎儿未成熟,但孕妇病情严重不允许继续妊娠时,亦需要待病情略有缓解后予以结束妊娠,以挽救母体生命。凡估计母体不能耐受经阴道分娩或胎儿有宫内缺氧存在时,都应行剖宫产术。例如初产妇伴有心功能很差、宫颈条件不成熟,或前置胎盘大量阴道流血、明显胎儿窘迫等,均应及时手术,挽救母婴。

多胎妊娠

多胎妊娠(multiple pregnancy)是指一次妊娠同时有两个或两个以上的胎儿。这类孕妇的并发症多,早产和围生期儿死亡率也高。

若以1:N表示双胎分娩和全部分娩之比例,则三胎分娩的比例为$1:N^2$。故如双胎发生率为1:80,则三胎为$1:80^2=1:6\,400$,四胎为$1:80^3=1:512\,000$。多胎中男性胎儿所占百分比随着每次妊娠胎儿数目之增加而减少。一般认为与遗传因素、医源性因素有关。近年来临床应用促性腺激素或绒毛膜促性腺激素,或氯底酚胺(clomiphene)来诱导排卵后,多胎妊娠的发生率有较大提高。下文以双胎为例作介绍。

类型 (1) 双卵双胎:由两个卵子分别受精而成,两个胎儿有各自的遗传基因,胎儿性别、血型可以不同,虽有各自独立的胎盘,但常融合在一起,形似一个胎盘,而胎盘血液循环却完全独立。两个羊膜囊间的中隔为四层,即两层羊膜囊及两层绒毛膜。

(2) 单卵双胎:是由一个受精卵分裂而成,分裂后的每个受精卵均可形成独立的胎儿。两个胎儿具有相同基因,因而同性别、同血型、同体质、同神经精神类型。

人类双胎可能是同期复孕的即为两个成熟卵子在一次排卵中由卵巢排出后,短期内分别受精,但不一定在一次性交中完成。

临床表现 妊娠反应较重,恶心、呕吐较为常见。从孕10周起子宫体积即大于单胎妊娠,增长迅速,常并发羊水过多,子宫大小超出其妊娠期所应有的预计比例,母亲体重过度增加,同时有明显腹胀不适。由于双胎,整个妊娠期对蛋白质、维生素及铁质等需要量大增,加之叶酸吸收及利用能力减退,故双胎孕妇常有缺铁性及巨细胞性贫血。另由于妊娠晚期,过度增大的子宫向上推挤横膈,致使肺活量大大减少。且影响心脏功能,因而常有呼吸困难,胃部受压,不能容纳正常食量,致使食欲不振。由于妊娠高血压综合征特别是先兆子痫的发生率高,易致早产。此外,因胎盘面积大,易发生胎盘低置,故晚期妊娠流血等异常情况较单胎多见。

诊断 可根据病史及检查发现孕10周起子宫大小超过相应妊娠月份,孕16周起,尤为孕中期后体重增加迅速、过度。妊娠晚期宫底高度超过35 cm,腹围超过110 cm。羊水过多。子宫内可多处摸到胎儿肢体。可触及3个以上的胎极,双胎时可触到两个胎头,于妊娠第18—20周仔细地用胎心听诊器检查可听到两个不同的胎心音。妊娠晚期,可在相距部位较远的两点,听到两个一分钟相差10次以上的胎心音。妊娠早期超声检查可发现有两个妊娠囊。

双胎常需与下面几种情况加以鉴别:

(1) 羊水过多:双胎合并羊水过多出现较早,且妊娠进展时羊水过多情况不一定加重。单纯羊水过多,常发生在妊娠6—7个月以后,子宫在短期内急剧增大,孕妇有心慌气急、腹胀痛等不适感,不能平卧,检查时腹壁紧张,胎位触不清。与双胎容易鉴别。如双胎合并羊水过多则鉴别诊断较困难,可通过超声检查加以鉴别。

(2) 葡萄胎:双胎早期,子宫已较一般妊娠月份为大,如合并羊水过多,增大更明显,如此时有阴道流血则易误诊为葡萄胎。由于双胎妊娠绒毛膜促性腺激素(hCG)排出量较正常妊娠高,若再有妊娠反应,严重的有轻度脱水,尿液浓缩,此时hCG滴度可增高,更易误诊为葡萄胎。但双胎在早期妊娠子宫增大就十分明显,妊娠12周后hCG明显减少,而葡萄胎时hCG反而增高;双胎妊娠达18周时一般检查应查出胎动、胎心音,故诊断较容易。B超检查也可明确诊断。

(3) 妊娠合并子宫肌瘤:子宫常较单胎妊娠为大,但形态不规则,有高低不平感,硬度不均匀,肌瘤部与孕卵着床部硬度明显不同。

常见并发症 (1) 妊娠期并发症:①流产:由于胎盘发育异常,胎盘血液循环障碍及宫腔容积相对狭窄,双胎流产发生率常比单胎妊娠高2—3倍。②早产:这是由于双胎使子宫过度伸展常导致分娩提早,单卵双胎尤其合并羊水过多时,更易发生早产,娩出的胎儿一般较妊娠月份小。双胎妊娠平均妊娠期为260 d(37周),而单胎妊娠足月为280 d(40周),即双胎的妊娠期比单胎平均缩短22.2 d。为了避免胎盘功能不全导致胎儿窘迫,双胎妊娠不宜超过孕40周,实际上双胎妊娠超过预产期仍不分娩者极为罕见。③羊水过多症:双胎妊娠发生羊水过多者占5%—10%,而单胎妊娠仅为0.5%—1%。④妊娠高血压综合征:双胎之妊娠高血压综合征发生较早,且发生率较高,约3倍于单胎妊娠。

(2) 分娩期的并发症:①产程延长。②胎位异常,这常是因双胎胎儿较小之故。③由于双胎胎位异常,且常合并羊水过多,故易发生早期破膜及脐带脱垂。④胎盘早期剥离:双胎妊娠在第一胎儿娩出后,由于宫腔容积突然减少,使胎盘附着面骤然缩小,而发生胎盘早剥。⑤双胎胎头交锁及双头碰撞,如第一胎儿为臀位,第二胎儿为头位,在分娩过程中,第一胎儿头部尚未娩出,第二胎儿头部已降入骨盆腔内,两个胎头的颈位可相互交锁,造成难产。此外,在双胎分娩后易发生产后出血及产褥感染。这是由于子宫过度扩张,常发生宫缩乏力,故易引起产后出血。另双胎的孕妇常伴有贫血,抵抗力较差,分娩时阴道操作又较多,易发生产褥感染。

并发症的防治 (1) 孕期保健:包括①增加营养:因双胎的孕妇需要更多的热量、蛋白质、矿物质、维生素及必需的脂肪酸,其每天能量的消耗将增加1.26 MJ。②卧床休息:这可增加子宫血流量及减弱双胎对子宫颈的物理扩张作用,以预防早产。③定期产前检查:及早发现并发症,如贫血、妊娠高血压综合征等,及时治疗。同时进行胎儿宫内情况的预测。④双胎引产:尤为双胎合并急性羊水过多,有压迫症状时;母体有严重并发症,先兆子痫或子痫,病情不允许继续妊娠时;预产期已到尚未临产,胎盘功能不全者,为避免胎儿窘迫可考虑引产。

(2) 分娩期处理:因双胎在分娩期可发生很多并发症,包括子宫收缩功能不良、胎产式异常、脐带脱垂、胎盘早剥、产后出血等,因此,所有双胎均应住院,在产科医师监护下分娩。当分娩已无法避免时,如正常分娩,也需备血,了解胎产式及胎方位,必需时作B超检查以明确诊断胎位及与母体骨盆的关系。

第一产程时应密切注意观察。第二及第三产程中,第一胎儿不宜娩出过快,以免发生胎盘早期剥离。两胎儿娩出的时间间隔最适宜为10—20 min,如第二胎儿为横位,尽可能在腹壁外出助手进行外回转,如不能纠正,应立即破膜,作内倒转术及臀牵引术娩出第二胎儿。

双胎妊娠本身并非剖宫产指征,多因第一胎儿的情况而行剖宫产。最常见的原因是异常胎先露(如横位),另外,如脐带脱垂、前置胎盘、先兆子痫或胎膜早破继发性子宫收缩乏力,经相应处理后未见明显好转,亦可作剖宫术,第一胎儿娩出后再作剖宫产之指征极少。

妊娠高血压综合征

妊娠高血压综合征(hypertension syndrome during pregnancy)简称妊高征,指妊娠期间合并高血压所出现的一系列症状和体征,包括高血压、水肿、蛋白尿。重症时出现抽搐、昏迷、心力衰竭和肾功能衰竭。常在妊娠28周后发生,对孕产妇和胎儿的危害性大,特别是重症患者。目前为止,本病仍是导致孕产妇死亡的主要原因之一。

高危因素 凡属以下情况者,易于发病:①孕妇体重指数>0.24(体重指数$=\frac{W}{100\ H^2}$,其中W为体重,以kg计,H为身高,以cm计),即属矮胖型者。②脑力劳动者。③重体力劳动者。④贫血。⑤有高血压家族史。⑥气候突变,如严寒或高温高湿。⑦高年初产妇。⑧有内科合并症者。

临床表现 妊娠28周特别是妊娠36周以后易发生本病。先是下肢浮肿,以后逐渐加重;血压升高,甚至可高达26.66/16—17.33 kPa(200/120—130 mmHg)。尿蛋白可以从阴性、"+"至"+++→++++",部分患者有头晕、头痛、视力模糊,严重时发生抽搐、昏迷。根据病情可分以下几种:

(1) 轻度妊高症:血压为17.33/12 kPa(130/90 mmHg)或较基础血压升高4/2 kPa(30/15 mmHg),伴轻度水肿或蛋白尿。

(2) 中度妊高征:血压高于17.33/12 kPa(130/90 mmHg),但在21.33/14.66 kPa(160/110 mmHg)之下,伴水肿或蛋白尿"+"。

(3) 严重妊高征:血压21.33/14.66 kPa(160/100 mmHg),蛋白尿++至+++及有重度水肿,如有上述情况并伴头痛、眼花、胸闷者,常称为先兆子痫。如伴有抽搐者,则称为子痫。

预防 (1) 加强产前检查及宣教。根据合理膳食要求,注意孕期营养,适当休息,尤其在盛暑及严冬季节更应注意休息和适当活动,防止情绪波动。凡矮胖孕妇(体重指数>0.24)、贫血以及在孕中期舒张压≥12 kPa(90 mmHg)者,更应加强营养及休息,并定期测量血压。凡在孕后期有蛋白尿、体重增加过速情况,以及有家族高血压史或高年初产妇等均应加强产前监护,及早发现异常,及时处理。多胎妊娠或胎儿过大者易于发生妊高征,应提早住院,进行监护。

(2) 医院妇产科应设高危门诊、产房及病房,并订出治疗计划和护理常规;当门诊发现以上高危孕妇应尽可能及早住院,并尽快了解其化验结果,包括电解质、心电

图及胎儿胎盘功能，随时测量血压，如MAP ≥ 18.66 kPa(140 mmHg，MAP＝舒张压＋1/3脉压)时，应警惕发生脑血管意外；如临床估计有胎儿宫内生长迟缓者，应勤监护，警惕胎盘早期剥离的发生；必要时，适时终止妊娠，降低围生儿死亡。

治疗 (1) 取左侧卧位休息，以增加子宫、胎盘血流灌注，增加肾血流量和尿量，并有利于纠正胎儿宫内缺氧。

(2) 膳食以高蛋白、低脂肪为主，除严重水肿以及重症者外，一般不限钠盐摄入。

(3) 加强临床护理：①对患者应精神安慰，消除疑虑。②重症者，正确记录尿量，定时听取胎心及记录胎动次数。③定时测量血压(固定一侧臂测定，以避免测量误差)。

(4) 药物治疗：根据妊高征周身小动脉痉挛的病理生理特点，首选硫酸镁以解除血管痉挛及改善氧的代谢和胎盘功能；为增加血容量，纠正血液浓缩，改善子宫胎盘灌注和防止播散性血管内凝血(DIC)的发生，可采用低分子右旋糖酐、白蛋白、肝素等作扩容治疗；在不影响心排出量、肾血流量和胎盘灌注量的原则下，给予肼苯哒嗪、甲基多巴、心痛定、柳胺苯心定等降压药物，以及镇静剂、利尿剂等。必须进行严密的临床观察，如精确记录尿量，定时测听孕妇心率和心律，进行胎儿监护。

(5) 适时终止妊娠：凡先兆子痫积极治疗48—72 h无好转、重度妊高征孕36—37周并治疗好转者、妊高征已历8周并孕36周以上，以及子痫控制12 h以上者，可考虑引产或剖宫产终止妊娠。

孕期出血

孕期出血(hemorrhage during pregnancy)是指妊娠过程中异常的阴道流血，常由于流产、宫外孕、前置胎盘、胎盘早期剥离等引起。

流产 流产可分早期流产(<12周)和晚期流产(12—20周)。

病因 可包括：遗传或胚胎、子宫结构缺陷，感染，损伤，循环缺陷等。最早期流产中约50%是染色体异常，越晚比例越少。感染、绒毛膜羊膜炎，可在20周左右引起流产。子宫畸形如纵隔、双子宫、双角子宫、子宫颈内口闭锁不全，母体营养不良、免疫功能低下、药物中毒、职业性接触某些有毒物质及精神状态不佳(如过度忧伤)等因素均可促使流产或早产的发生。

类型和临床表现 ①先兆流产：出血，棕色，无痛。若伴有子宫收缩，有下腹痉挛或耻骨上不适、流鲜红血，这些情况接近难免流产。②难免流产：阴道持续流血，色红，有相当强度的子宫收缩，引起子宫口扩张，或卵膜已破。③不全流产：胚胎组织未全部排出。④完全流产：胚胎组织全部排出。⑤习惯性流产：指自然流产连续发生3次以上者，每次流产常发生在同一妊娠月份。⑥稽留性(过期)流产：指胎死后8周以上未排出的流产。⑦感染性流产：子宫及孕物感染，可能在难免、不全、自然流产或引产中发生。

预后 出血可使病人体弱，感染可引起败血症等病，甚至因中毒性休克、腹膜炎、急性肾功能衰竭造成死亡。

治疗 (1) 先兆流产：休息，给镇静剂，减少焦虑。如仍持续出血须住院，作尿妊娠试验。如腹痛加重者应作阴道检查排除宫外孕及难免流产。如子宫缩小，说明胎儿已坏死。

(2) 难免流产：出血不止，应行括宫手术清除。

(3) 感染流产：一旦流产已感染应在有效抗生素控制下清宫。

(4) 稽留性流产：应每周测凝血时间及纤维蛋白原，孕8—10周作刮宫，大于12周可用50—100 mg利凡诺溶液宫腔羊膜外注射引产。

(5) 习惯性流产：未孕前作详细妇科检查及检查全身代谢性疾病，包括基础代谢、血胆固醇、血常规及男方精子等。反覆早产者，要考虑子宫解剖问题，可于月经后作宫腔造影，以检查有无肌瘤、畸形及宫口关闭不全。宫口关闭不全，一般在孕16周左右可行手术纠正

宫外孕 宫外孕也名异位妊娠，指在子宫腔外妊娠，如卵巢妊娠及腹腔妊娠，98%是输卵管妊娠。

病因 ①先天性解剖异位，如输卵管过长、有憩室、纤毛缺乏等。②输卵管内腔或周围炎症粘连，影响孕卵移行。③输卵管子宫内膜异位，提供孕卵种植地点。④输卵管成形术或输卵管绝育术后，管腔部分阻塞。

类型 (1) 间质或宫角型：由于输卵管间质部肌壁厚，胚胎可长到一定大小，然后穿破管壁。宫角妊娠可到3—4月始出现症状和体征。这种类型的宫外孕，常没有先兆破裂的症状，破裂时出血突发而量多，甚至危及生命。

(2) 峡部型：在妊娠2—3周时，滋养层已穿透浆膜面，有时可破入阔韧带形成血肿。此时腹部及全身症状很轻，如孕卵继续生长或出血增多可破出阔韧带。

(3) 壶腹部型：孕卵种植在壶腹部内者可导致输卵管破裂或自输卵管流产。输卵管流产症状较轻，有时盆腔痛数小时即止，亦可能引起典型的腹腔内出血症状和体征。

临床表现 宫外孕常有下列情况：有长期不孕症史者；月经过期或月经量很少，伴早孕反应；阴道出血淋漓不断；突然腹痛；休克、昏倒。

体征：①有典型内出血休克症状，如血压下降、脉搏微弱，面色苍白，出汗，休克时体温低。②腹部压痛：以病侧为甚，可有明显反跳痛及移动性浊音，慢性出血时久，盆腔内可形成有压痛的包块。③阴道检查：阴道内有血，后穹窿饱满，宫颈举痛明显，子宫正常或稍大、一侧输卵管胀大，子宫直肠窝处可有半实质性包块，血红蛋白在急

性出血期由于血液浓缩可不变，1—2 d后血容量代偿性恢复，血液稀释，血红蛋白下降，白细胞一般在 10×10^9/L(10 000/mm^3)以上。④后穹窿穿刺有不凝血，血色陈旧，血内有小陈旧凝块，穿刺阳性率 88.5%

诊断 在破裂前难诊断，但对于阴道流血淋漓不净症状不典型者通过腹腔镜检查，则可及早明确诊断。

治疗 可用手术切除或中西结合保守治疗.

前置胎盘 前置胎盘是一种非常严重的妊娠并发症 是孕后期主要出血原因。是指胎盘的一部分位于子宫体下段扩张区，并掩盖或触及子宫颈内口，它是由于反覆妊娠或反覆人工流产，造成子宫内膜损伤及慢性子宫内膜炎，致使子宫体部内膜不宜于胎盘生长，使受精卵种植到子宫近内口处健康的内膜而引起 前置胎盘可分为：子宫内口完全或部分被胎盘遮盖或胎盘接近但不超过子宫内口边缘(接近子宫内口的称边缘性前置胎盘)。

临床表现 (1) 无痛性出血：一般都在孕 28 周后发生。有时第一次出血在睡梦中，醒后发觉床单湿，人卧血中。第一次出血量一般较少，并能自动停止，以后常反覆再次出血或持续有少量出血，最后发生一次足以致死的急性大出血。

(2) 前置胎盘占据了子宫下段，影响胎头下降，常发生异常胎位，如臀位、横位。

(3) 第三产程出血多。由于胎盘的不正常粘连和胎盘面积大，胎盘剥离过程受干扰，引起流血多。有时人工剥离胎盘仍有出血，是由于子宫下段过度扩张，胎盘种植处血窦大，此处肌层收缩差，不能压住宫壁较大的血窦。此外，可由于胎盘附着之宫颈与子宫下段之底蜕膜处组织脆，常易发生小撕裂以致出血不止。

诊断 (1) B型超声波检查：为无害性检查，可找到胎盘界线与宫颈内口关系，有 95%正确性

(2) 阴道检查(禁止肛查)：前置胎盘的宫颈较软，颈管松，手指易进入摸到海绵样胎盘组织，或在先露与手指间摸到较厚的组织。检查前补液备血，作好输血及剖腹产准备。

治疗 前置胎盘可发生严重的产科无痛性出血，一般都在孕 28 周后发生。急性大出血常威胁孕产妇生命，对胎儿的危害亦很大。围生期死亡的主要原因是宫内窒息、早产、新生儿肺透明膜、畸形及脐带脱垂受压。因此，在妊娠 28 周前应常规作B超检查，特别对有少许阴道流血者应注意胎盘有无前置，以利及时诊断、及时处理。凡妊娠晚期出血多于见红量时，不宜在家观察。也不可作阴道检查或肛查，即送医院，以免引起大出血致死。必要时输血，纠正贫血。如出血多，≥ 500 ml还不止，不论胎龄及胎儿能否存活，均应终止妊娠。

胎盘早期剥离 胎盘早期剥离是指自孕 20 周至分娩前，正常位置的胎盘突然发生自子宫附着处剥离的现象。常因外伤，外倒转纠正异常胎位，脐带过短，子宫突然受压，妊娠高血压综合征，羊水过多，破水时宫内压力骤降等而发生

胎盘早期剥离分隐性及显性两种。隐性出血约占 20%，血积聚于胎盘与子宫壁间，无明显阴道出血，易引起全部胎盘剥离，对母婴危害都较严重 显性出血，约占 80%，临床表现较快，胎盘未完全剥离时，剥离面出血常可将胎膜自子宫壁上分开，发生阴道流血

临床表现 出血性休克与外出血量不符合；在隐性早期剥离时子宫张力高，腹部可成板样；局部或全腹部疼痛、子宫压痛；血压下降。胎盘早期剥离不足半小时者，胎心常仍可闻，但心率异常，超过半小时及剥离面大者，胎心消失。当血浆纤维蛋白原低于 1.5 g/L，并同时有FDP(纤维蛋白原降解产物)应考虑存在消耗性血凝障碍

治疗 胎盘早期剥离的病人入院情况比较危急，并处于休克状态者，应积极补充血容量，纠正休克，尽快改善病人状况，及时输血，尽量用新鲜血，以补充血容量，同时补充凝血因子。有条件时，补充纤维蛋白原，但不可用肝素。胎盘早剥患者及其胎儿的预后与诊断的迟早、处理是否及时有密切关系 因此应及时终止妊娠，可按患者的具体情况选择终止妊娠的方式

早产

早产(premature birth)是指妊娠 28 周以上至 37 周以下之间围生期儿娩出的现象。大多数早产儿体重均在 2 500 g以下。在围生儿死亡中，约有 75%左右与早产有关。

原因 早产儿的发生率较高，但仅有 40%的早产病例可以查到原因。大致可分为孕妇与胎儿胎盘方面两大类高危因素：

(1) 孕妇方面：①年龄：不满 20 岁的孕妇发生早产的机会多于 25—29 岁；第一胎易发生早产。分娩间隔短于 2 年者增加早产机会。②子宫畸形：如双角或纵隔畸形，弓形子宫，子宫发育不全，子宫峡部功能不全及宫颈内口松弛或子宫颈深度旧撕裂等均易引起习惯性早产。③妊娠合并急性传染病：如患麻疹者早产率可达 1/3 其他如流感、病毒性肝炎等也有同样结果。肾盂肾炎患者早产率较一般孕妇高 3 倍，孕妇无症状性菌尿者早产率比健康孕妇多。④产妇营养不良：易发生早产。若孕妇每日蛋白质摄入量低于 50 g者，早产率增加，孕期体重增加不明显的孕妇，早产发生率高。⑤早产发生与吸烟量多少成正比：据世界卫生组织报告，孕妇吸烟者其新生儿体重往往降低，发生早产、死胎及新生儿死亡者比不吸烟者多 2 倍。在吸烟孕妇尿及其胎儿脐血中，氰化物及硫氰酸盐浓度增高，提示烟草中上述物质可通过胎盘。⑥内分泌功能失调：例如卵巢功能失调尤其是雌激素分泌不足导致月经紊乱，子宫发育不全及不孕，怀孕后也常因胎盘功能不全而发生流产或早产。严重的甲状腺功能亢进亦可致早产。⑦体力及精神负担过重：包括长途旅行、气候

变换、家庭迁移、情绪过度紧张、意外精神打击等早产率增高。情绪剧烈波动时，使肾上腺激素分泌量增加而影响子宫收缩，引起早产。⑧其他：如孕妇腹部直接受撞击、腹部大手术操作影响妊娠子宫，或盆腔肿瘤等均可能引起早产。

(2) 胎儿胎盘方面：羊水过多及多胎妊娠、畸形胎儿、母儿血型不合、胎位异常如臀位或横位、胎膜早破、胎盘早期剥离、绒毛膜外胎盘均可引起早产。

临床表现 有腹坠感，不规律宫缩及少量阴道流血应考虑可能是早产的先兆(先兆早产)。如子宫收缩规律(阵缩 10 min一次，持续 10 s)，宫颈缩短及宫口扩张，此时早产多不可能再制止。凡有阴道流水即应鉴别是否早期破膜，如证实早期破膜一般早产不可避免。

防治 定期进行产前检查，可及时发现孕期异常情况，及时处理，指导孕期卫生，避免过度吸烟及摄取足量蛋白质，积极治疗贫血及预防急、慢性传染病，尤其应重视无症状性细菌尿的治疗；有习惯性早产史者，应在过去早产时期的前 2—4 周避免过度劳累和性生活刺激，必要时可提前进行预防性保胎治疗。严重宫颈旧裂伤在非孕期即应予以修复，宫颈功能不全者可在孕期进行矫治手术。

如出现早产先兆症状时，首先应了解继续妊娠对母儿是否有利。凡具有以下情况者应予以积极防止早产：无胎儿窘迫，胎膜未破，无继续妊娠禁忌证，子宫口开大在 3 cm以内。此时，应绝对卧床休息。除非必要，不作阴道检查。密切注意宫缩及胎心音。必要时，给予硫酸镁或心痛定，以抑制宫缩。氨基茶碱，使子宫肌细胞松弛，从而使宫缩停止。

如在妊娠 24 周左右即有胎膜早破者，应该及早引产，终止妊娠，不宜作保胎保守治疗以防止感染。

过期妊娠

过期妊娠(postmature pregnancy)是指过去月经周期正常，此次妊娠后从末次月经第一天算起妊娠达到或超过 294 d(≥ 42 周)尚未分娩者。过期妊娠的新生儿过熟的机会较多，常称为过熟儿。

过期妊娠可分生理性和病理性两类：

(1) 生理性过期妊娠：此时 60%—80%的新生儿情况良好，新生儿出生体重超过 4 000 g的巨大儿比足月分娩者多 2—3 倍，同时伴有胎盘重量增加。

(2) 病理性过期妊娠(过熟儿综合征)：在所有孕妇中因胎盘功能不全而发生过熟儿综合征者占 2%—6%，其中足月妊娠时的发生率为 3%，过期妊娠者为 20%。妊娠过期越长，发生胎盘功能不足的机会越多。过期后围生儿死亡率明显增高。

过期妊娠产下的新生儿最常见的死亡原因是胎粪吸入综合征(MAS)及新生儿呼吸窘迫综合征(RDS)。这是由于肺内缺乏血浆素原激活因子，吸入被胎粪污染的羊水、肺血灌流量不足、肺血管痉挛，致使肺泡内纤维蛋白沉着物不能被溶解，特别是胎盘功能不佳时。如合并妊娠高血压综合征，则RDS的发生率更高，此时绒毛间隙血容量急剧下降，引起胎盘缺血缺氧，耗竭胎盘贮备功能，胎儿脑、肝、肾等器官失去正常功能，而发生胎儿宫内生长迟缓导致窒息，甚至死亡。

过熟儿综合征的各种检测结果参考(Vorherr)

1. 胎儿过熟综合征的总发生率	
(1) 足月妊娠时	3%
(2) 过期妊娠时	20%—[illegible]
2. 围生儿死亡率	
(1) 总死亡率	12%—36%
(2) 42—44 孕周	3%—15%
3. 围生死亡的分布	
(1) 孕期	9%—13%
(2) 临产期	45%—93%
(3) 总死胎死产率	75%
(4) 新生儿死亡率	7%—25%(RDS，脑、肝、肾上腺损害)
4. 新生儿病死率	16%—46%(主要为RDS)
5. 先天畸形及死产率	
(1) 过熟儿	9%
(2) 非过熟儿	6%
6. 羊水变化	
(1) 容积：下降至≤250 ml(正常足月量为 800 ml)	
(2) 脂肪细胞计数增加至>50%(正常足月为 10%—50%)	
7. 阴道涂片：出现底层细胞(正常足月为 0/85—95/5—15)	
8. FHR图型：重度胎儿窒息时出现坠道型(Trough-shaped，DIP Ⅲ型)减速	
9. 低 E_3 值：30%患者 E_3<41 616 nmol/24 h尿(12 mg/24 h尿)，正常值 52 021—86 700 nmol/24 h尿(5—25 mg/24 h尿)	
10. 子宫肌层	
(1) 持续性安静(孕酮阻滞状态)	
(2) 临产后易发生原发性低张型宫缩乏力	
11. 脐静脉的分析	
(1) 氧饱和量减少至<40%(正常足月 55%—70%)；氧含量<8 mmol/L(正常足月 12 mmol/L)	
(2) 血红蛋白值增加至 168—205 g/L(正常足月值 150—186 g/L)	

过期妊娠的胎儿窘迫率一般为 11%—32%，年龄在30—34岁的初产妇，胎儿窘迫率为13%—32%，在35

35 岁的高年初产妇为 56%。由于过期妊娠时胎儿对临产后宫缩的压力应激力低下，特别容易发生宫内窘迫及新生儿窒息，其发病率为 5%—7%。

20%—40%的围生儿死亡是由于胎盘病理改变，胎盘重量<500 g者，胎儿窘迫率及围生儿死亡率增高。

42 孕周以后分娩的活婴胎盘中，肉眼可见胎盘异常者占 40%，过熟儿及死胎的胎盘中肉眼可见异常者占 90%，85%的胎盘为胎粪所污染。

由于胎盘功能不全而致病理性过期妊娠，使胎儿危险增加，这是由于：①胎儿及胎盘的生长发育于 41—42 孕周停止。②过期妊娠的胎盘退行性病变增加。③羊水减少，增加羊水胎粪污染的发生率。④胎儿获氧及营养量下降。⑤胎儿、胎盘的病理变化增加。

过期妊娠的诊断主要依靠正确计算孕期和及时诊断出病理性过期妊娠（胎盘功能不全），并及时处理和减少围生儿死亡率。

妊娠过期的危险在于胎盘功能不全发生过熟儿综合征而增加胎儿窘迫率及围生儿死亡率及发病率，因此一旦妊娠过期，应密切监护胎盘功能及胎儿宫内的情况。监护包括雌三醇(E_3)及其他胎盘激素和酶的测定；胎心率的监护；胎儿心电图；以及密切观察羊水量及其内容物的变化。上表为过熟儿综合征的各种临床参数

必须对每个过期的孕妇作仔细的分析，按分析结果进行个别处理，不能一律引产，或一律保守等作为常规来处理过期妊娠。正确的产科处理计划可使过期妊娠获得良好的结果。

妊娠合并症

妊娠合并症(pregnancy complication)是指妊娠期间机体同时还有其他系统的疾病，以心脏病、肝炎、肾炎、糖尿病等为主。这些疾病往往与妊娠相互影响，疾病因妊娠而加重，或妊娠因这些疾病的存在而复杂化，有时甚至必须考虑终止妊娠。

妊娠合并心脏病 国内外报道妊娠期心脏病的发生率在 0.63%—3.7%之间，其中以风湿性心脏病最多见，约为 80%左右。先天性心脏病次之，妊娠高血压综合征（妊高征）心脏病又次之。妊娠期心脏病，按其代偿功能分为四级：

第一级：一般体力活动不受限制，操作后并无心脏功能不全症状，如心跳、气急、水肿等。

第二级：一般体力活动稍有限制，休息时舒适如常。

第三级：一般体力活动显著受到限制，休息时无症状，但稍作轻微活动后即感不适，或有轻度的心力衰竭现象。

第四级：任何轻微活动即感不适，休息时仍有心跳、气急，有明显心力衰竭现象。

凡有心脏病者是否可妊娠或已妊娠是否可继续下去，根据病情严重程度而定。一般对患有心脏病的育龄妇女，最好在妊娠前先明确其心脏病的病因、病变部位、病程、心脏代偿功能、肺部有无充血及能否手术纠正等，决定其是否可以妊娠或须手术后才可以妊娠。有以下几种情况者不宜妊娠：①心功能Ⅲ级或Ⅲ级以上，严重二尖瓣狭窄伴有肺动脉高压的风湿性心脏病或风湿性心脏病伴心房颤动者。②心脏明显扩大，或曾有脑栓塞而恢复不全者。③过去妊娠曾有心力衰竭史者，或有严重的内科并发症者。凡有上述因素之一存在，都应向夫妻双方解释妊娠可能带来的严重后果，对已妊娠者在妊娠早期动员其作人工流产。如可以继续妊娠，其处理主要是预防和治疗心力衰竭。

心脏病孕产妇预防心力衰竭 (1) 妊娠期：①在妊娠 5 个月前，每两周检查一次，5 个月起则每周检查一次。仔细了解心脏代偿功能情况和有无心力衰竭或先兆心力衰竭的症状和体征。②调节工作和日常生活。保证孕妇充分休息和睡眠，每餐后要休息半小时，每日下午最少休息 2 h，每晚应有 9—10 h左右睡眠时间。心脏代偿功能Ⅱ级或Ⅱ级以上者，则在这个期间须在家完全休息或住院观察。③调整饮食：要适当注意营养，最好摄取高蛋白和低碳水化物的饮食。④积极防止和及早纠正各种妨碍心脏功能的因素：纠正贫血，补充维生素，严防感染，严防妊高征的发生。

(2) 分娩期：心脏病产妇的分娩方式，以在硬膜外麻醉下（麻醉液中不加肾上腺素）剖宫产为宜，此时血液动力学的改变要比阴道分娩小。有些心血管疾病（如主动脉缩窄）则应作选择性剖宫产。对所有心脏病产妇常规给以预防性抗生素。

(3) 产褥热：分娩后 1—3 d，尤其是 24 h内应让产妇充分休息，并严密观察心率、心律、呼吸、血压及体温等，以防由于组织内大量液体回到血液循环而使血量增加，造成心力衰竭的发生。

如果产妇在这次妊娠期或产后没有发生心力衰竭，且心代偿功能在Ⅰ—Ⅱ级者，可允许其哺乳。

妊娠合并病毒性肝炎 妊娠期并发肝炎对母婴均有一定威胁，是孕妇死亡的重要原因之一。

诊断 一定要重视流行病学方面的病史、症状、体征及化验结果，决不可单凭一项血清谷丙转氨酶(GPT)的升高就诊断为妊娠合并病毒性肝炎。有条件时，每个孕妇至少应进行乙型肝炎病毒表面抗原(HBsAg)检查，如能进行血清的两对半（即乙型肝炎表面抗原、乙型肝炎表面抗体、核心抗体、e抗原及e抗体）检查，则更为可靠。

(1) 如(HBsAg)或e抗原阳性，而又有乏力、纳差等临床表现或伴血清GPT的升高，则肝炎诊断可成立。

(2) 如仅有GPT升高及严重的皮肤瘙痒而无其他症状，则应多考虑为妊娠肝内胆汁郁积症。

(3) 如有妊高征而仅有GPT升高，则应考虑为妊高征所致的GPT升高，不应诊断为病毒性肝炎。

(4) 如有妊高征伴有纳差、乏力、GPT升高而HBsAg或e抗原阳性者，则可诊断为妊高征并发病毒性肝炎。但对于妊娠期的血清GPT升高也不能轻视，根据上海医科大学妇产科医院资料，约有6%孕妇HBsAg阳性，而在血清GPT升高的孕妇中，则将近1/4的HBsAg或e抗原阳性。因此对GPT升高的孕妇进行血清HBsAg或两对半的检查，有利于明确诊断。

处理　妊娠合并急性肝炎者应按照传染病科的治疗原则予以休息及用药。在妊娠后期，胎儿已成熟，但由于系传染病患者，无条件进行胎儿监护如无负荷试验(NST)等检查，所以胎动计数、孕妇自我监护极为重要，如有胎动异常的应及时处理。如已足月，必须有计划地适时分娩，或计划分娩，不可使之达到延期或过期妊娠的标准，以减少胎儿窘迫或胎儿死亡的可能性。必须密切注意凝血方面的变化，如出现血小板下降及凝血酶原时间延长而病情偏重时，应及早补充血制品，以防止产后出血和改善病情。如胎儿已成熟但宫颈条件不成熟者，可行乳头刺激试验(BST)，即以湿热毛巾置乳头上，由患者自己轻轻按摩两侧乳头，先后交替各二次，每次15 min，共1 h，每日一次，连续1—2 d，同时行胎动计数，可使宫颈成熟，增加阴道分泌机会，如仍无效，则可行剖宫产术。

有关阻断母婴传播的问题，无论妊娠合并病毒性肝炎或乙肝病毒携带者，都有可能通过宫内感染或母婴之间的直接接触而致婴儿感染肝炎病毒，所以防止肝炎病毒母婴之间的传播是一个极为重要的问题　目前国内外已应用乙肝疫苗接种以阻断母婴传播。一般为出生后24 h内，1月、6月各注射乙肝疫苗一支，使得到良好的预防效果。唯其效果又随所用疫苗的种类而有所差异。特别是传染性强的e抗原阳性产妇，其婴儿更须接受疫苗注射，以预防乙肝感染。乙肝疫苗与高效价乙肝免疫球蛋白同时注射，可达到100%的疗效，唯价格昂贵，无法推广，所以提高乙肝疫苗质量，单用乙肝疫苗进行预防乃必然趋势。

妊娠合并慢性肾小球肾炎　有些慢性肾小球肾炎具有急性期病史，容易引起人们重视，但也有部分患者没有急性期病史，仅在妊娠前或妊娠时尿中出现蛋白、红细胞、细胞管型并伴有浮肿、高血压，患者常诉头痛、心悸、呼吸困难及夜尿等症状，才引起人们的重视。妊娠和慢性肾炎常相互影响，造成不良后果。

(1) 妊娠对慢性肾炎的影响：妊娠时由于肾血流量增加，肾小球滤过率升高，肌酐、尿素氮、尿素廓清率均下降，因此肾脏的负担加重。如果肾小球受损害较浅，范围局限，肾脏的功能是可以代偿的。若已是肾变性型晚期，肾脏变硬，形成疤痕，表面结节状，皮质变薄，血管硬化，再加上妊娠，势必导致肾功能衰竭，危及生命。

(2) 慢性肾炎对妊娠的影响：慢性肾炎合并妊娠，其母儿所受影响的轻重与肾脏损害的程度有关，如果仅有蛋白尿，没有高血压，肾功能也属正常范围，说明肾小球受损较轻，孕妇并发症也少，胎儿宫内窒息发生率也低。如果同时伴有高血压达20/13.3 kPa(150/100 mmHg)以上，则妊高征发生率增加70%，且胎盘血管痉挛，胎盘梗塞，胎儿发育迟缓，宫内窒息，宫内死亡率就增加

临床表现　可分为三型：I型：仅有蛋白尿；II型：蛋白尿伴有高血压；III型：在II型基础上伴氮质血症　此分类简单、实用。

慢性肾炎多系年轻妇女、有急性肾炎史者，发生多见于妊娠24周前，症状以蛋白尿为主或伴浮肿及高血压。如果缺乏可靠的肾炎病史或产前检查已达妊娠后期，必须与妊高征、妊娠合并原发性高血压或肾炎合并妊高征鉴别，切勿轻易漏诊，贻误治疗。

处理　如果妊娠前已有高血压和蛋白尿，血压在20/13.3 kPa以上，或有氮质血症者均不宜妊娠，一旦妊娠，坚决劝作人工流产。因为继续妊娠必将加重肾脏的负担，对母婴均不利。如非常渴望孩子，则必须作认真详细检查，了解病情程度后做出决定。如病情尚轻，仅有蛋白尿或蛋白尿伴高血压，血压不超过20/13.3 kPa，可在医护人员的监护下继续妊娠。在妊娠时应增加营养，注意休息，补充足量维生素，用中西医结合的治疗方法，提高机体的抵抗力，积极防治妊高征，必要时住院治疗。密切观察肾功能的变化，随时查尿常规、尿液比重，如病情没有好转，须作尿液浓缩试验、尿素廓清试验及眼底检查。如血压上升到20/13.3 kPa以上，应再考虑终止妊娠。

如果许可继续妊娠，还应观察胎盘功能。因为慢性肾炎常伴有胎盘梗塞和胎盘功能减退而导致胎儿宫内生长迟缓和胎儿宫内死亡。因此在妊娠32周以后可作胎盘功能测定，包括阴道涂片、孕妇尿雌三醇(E_3)、母血中胎盘泌乳素(HPL)，并结合胎龄、肾功能及胎盘功能的检查结果，权衡胎儿是否应早日离开不良环境，以免胎儿突然死亡及加重孕妇肾脏负担，按妊娠周数及宫颈情况可以作剖宫产或引产等处理。

如果明确为慢性肾炎，一次妊娠后，尽量劝其作绝育手术，再次妊娠会加重肾脏负担。

妊娠合并糖尿病　糖尿病是一种与遗传有关的代谢缺陷性疾病，主要为胰腺分泌胰岛素量相对或绝对不足。妊娠合并糖尿病时，对孕妇和胎婴儿均可产生不良影响，围生期儿的死亡率高达270‰，故应引起足够重视。

(1) 对孕妇的影响：①妊高征发病率高达68.3%。②羊水过多的发生率增高。③尿糖阳性有利于致病菌在尿路中繁殖，易致尿路感染。

(2) 对胎婴儿的影响：①畸胎率为4.8%，即为正常妊娠时的三倍。②胎儿过大，特别是轻型的患者，巨大儿发生率较多，而重症糖尿病伴有血管或肾脏病变时，因子宫胎盘血流量减少，可致胎儿发育迟缓而成为低体重儿。③孕36周后由于胎儿对氧的需要量增加，可使胎儿在子宫内突然死亡。④新生儿呼吸窘迫综合征(RDS)发生率也增加。

诊断 (1) 疑诊:①有糖尿病家属史。②过去妊娠有糖尿病,或曾有畸胎、巨大儿、羊水过多、不明原因的死胎、死产或新生儿死亡的分娩史。③此次妊娠为畸胎、巨大儿、羊水过多、死胎、死产、或新生儿死亡。④顽固性的外阴瘙痒,外阴部念珠菌感染。⑤尿糖阳性。⑥过度肥胖,超过标准体重20%以上。

(2) 确诊:主要为检测血糖、包括单项血糖测定及口服葡萄糖耐量试验。

处理 (1) 一般处理:孕早期已确诊为糖尿病者,应检测血压,了解心肾功能,并作眼底检查。如果血压多次测量都在20/13.3 kPa以上,或心电图示冠状动脉硬化、或肾功能减退,或有增殖性视网膜炎者,均应终止妊娠,同时结扎输卵管。决定继续妊娠者,必须与内科医生协作,在整个孕期认真控制血糖值,及时防止产科并发症,适时终止妊娠,以及与儿科医师协同照料新生儿,才可使妊娠与分娩得到比较满意的结局。

(2) 糖尿病处理:首先应做好饮食控制,每日热卡按0.14 MJ/kg(35 kcal/kg)标准计算,其中蛋白质按1.5 g/kg计算约需75 g,脂肪约需50 g,余以碳水化物补给约需300—350 g。当孕妇经饮食控制后血糖值仍>8.4 mmol/L(150 mg/dl)以上时须用胰岛素治疗。要求尿糖维持在"+"阳性。

(3) 产科处理:①分娩日期的选择:孕32周起,为防止死胎,应开始检测胎儿和胎盘功能,包括胎动计数、血尿E_3测定和胎心监护仪检查。如无负荷试验(NST)无反应者,则进一步作宫缩负荷试验(CST)。如上述三项检测中有二项异常者,进一步测定羊水中卵磷脂/鞘磷脂(L/S),比值≥2.5示胎儿肺已成熟。②分娩方式的选择:经阴道分娩的围生儿死亡率并不比剖宫产者高。但遇糖尿病严重、高年初产妇、巨大儿、臀位、前次为剖宫产、前次为死胎、死产或新生儿死亡,或胎儿胎盘功能严重减退时应考虑剖宫产。③分娩前后的胰岛素应用:不论经阴道分娩或剖宫产对孕妇都是一种额外负担,容易发生酮症酸中毒,故于临产或手术时应临时改用胰岛素静脉滴注,并每4 h测定血浆糖值,使维持在4.4—6.7 mmol/L(80—120 mg%)之内,并每份尿液检测酮体和尿糖,借以调整胰岛素用量。

(4) 新生儿处理:糖尿病孕妇所分娩的新生儿,容易发生呼吸窘迫综合征,于出生后1—6 h内易发生低血糖,故应于初生后1 h喂25%葡萄糖液10—30 ml,每4 h一次,24 h后改哺母乳,也可每天静脉滴注10%葡萄糖液60—100 ml/kg,以迅速提高血糖值,数天后即可稳定。此外也要注意低血钙的可能。

预防妊娠合并症的关键在于加强三级妇幼保健网,做好妇幼卫生宣教工作,在群众中普及对妊娠合并症的认识;建立早孕门诊,及早发现不该妊娠的孕妇,特别是严重心脏病等而予以及时终止妊娠,对于某些可以妊娠的高危孕妇或少数坚决不肯终止妊娠的严重内科疾病患者,则更应在产科和内科医生的密切配合下,加强监护,适时采取适当的分娩方式结束分娩,并在儿科医师的共同协助下,处理好高危新生儿;确保母婴安全,有利于优生工作。

产时保健

产时保健(health care during delivery)是指在分娩过程中及时诊断和处理各种情况,使分娩顺利进行的保健工作。它是围生期保健中的一个重要环节,旨在使母婴安全渡过分娩过程,并防止各种不良因素对母婴造成不良影响。分娩是一个连续过程,主要由三大部分组成:第一产程,从规律性子宫收缩开始至子宫颈口完全扩张;第二产程,从宫颈完全开大至胎儿娩出;第三产程,从胎儿娩出至胎盘娩出。

第一、二产程监护 此时胎儿尚未娩出,可做如下监护:①产程图:是以产程时间(h)为横轴,宫颈扩张大小(cm)为纵轴而绘成的。通过观察宫颈口开大、胎头下降情况作为分娩时产程处理的参考,使滞产发生率、手术产率和围生儿死亡率明显下降,对基层更有实用价值。②胎心宫缩的监护:如能用胎心率监护仪则可连续监护并了解胎动、子宫收缩与胎心率变化之间的关系,从而及早发现胎儿窘迫情况,及时处理,减少缺氧对胎儿的损伤,降低围生儿死亡率。③产时羊水颜色监护:产时羊水出现胎粪,是宫内窒息现象。胎儿宫内缺氧,肠蠕动亢进,可有胎粪排入羊水中。胎粪中含有胆绿素,溶在羊水中可使羊水染成黄绿色、墨绿色,甚至混如泥浆,颜色越深,缺氧越严重。一般将羊水被污染的程度分为三度。Ⅰ度污染的羊水呈淡绿色,稀薄,往往表示胎儿慢性缺氧,而仍有代偿功能;Ⅱ度污染的羊水呈深绿色,较稠,可污染胎膜、脐带、皮肤等,为急性缺氧所致;Ⅲ度污染的羊水粘厚,量少,呈黄褐绿色,是胎儿宫内缺氧,窘迫已超过6 h以上,为亚急性缺氧,表示胎儿处于严重危急之中。在胎粪排出的同时,并发胎心率变化,胎儿多有窒息;而单纯胎粪排出,并不表示有胎儿窘迫。故应根据胎心、羊水颜色及其他检查结果,综合分析,确定诊断及时处理。产时除密切观察产程进展、胎心变化、胎膜破裂,尚需注意产妇休息、饮食、大小便情况。鼓励产妇少量多次进食,对不能进食者,给予10%葡萄糖液静脉滴注。子宫收缩乏力,产妇经过一段时间熟睡,改善全身状态后,或能使子宫收缩转强。第二产程时应对产妇做好宣教工作,听从医护人员的指导,阵缩时屏气要得法。接生人员要做好接产及新生儿抢救准备。

第三产程监护 主要预防产后出血。除加强产前检查,注意孕妇一般健康状况,纠正贫血外,凡有出血可能者,应于产前配血,临产后作好输液准备。严密观察产程,预防产程过长。正确处理第三产程的重要环节是正确处理胎盘的娩出,另外要适当应用子宫收缩剂加强子宫收

缩,同时在第三产程要正确测量产后出血量,及时处理

新法接生

新法接生(aseptic delivery)是指采用完善的消毒措施和科学的方法接生,以防止分娩过程中各种不良因素对母婴影响。

解放前,中国广大地区,尤其边远农村地区的产妇主要由未受过科学接生训练的人员或旧产婆接生,产妇和婴儿死亡多。造成母婴死亡的最主要原因是产褥热和新生儿破伤风。1949年南京产妇的死亡率为13‰,其中死于产褥热的约占半数。依此来估计,全国产妇死亡每年约30万人左右。1941年成都调查资料,婴儿死亡率为126.5‰,其中死于新生儿破伤风者占1/3,全国每年估计新生儿死于破伤风的有100万左右。然而这些用现代医学是完全可以控制和预防的。

1950年8月卫生部在北京召开的第一次全国妇幼卫生工作者座谈会上,决定在全国范围内推行新法接生(即无菌方法的接生)。1956年来,各地还训练了接生员、改造接生婆约30余万人,并积极恢复和建立综合和专业机构。由于积极推行新法接生,在大中城市产褥和新生儿破伤风已基本消灭,产妇和婴儿的死亡显著降低。

新法接生的标准要求:其最低要求是达到"一躺三消毒",即产妇躺在床上分娩,产妇的外阴要消毒,接生者的双手要洗刷消毒,婴儿的脐带要用消毒方法处理。在"一躺三消毒"的基础上逐步提高,如做产前检查、产后访视和会阴缝合,鉴别正常和异常的孕产妇,做到转诊抢救及时,并积极创造条件提高住院分娩率。

新法接生须配备有接生用具,并须定期消毒。在边远偏僻只有受过训练的接生员或助产员接生的地区,由于当地条件关系不能备有完整的一套家庭用具时,至少应备有一个消毒的小脐带包,内有消毒巾和断脐用的消毒用具(包括脐带线、纱布、脐带卷和断脐用的刀片或剪刀)。没有这些起码的接生消毒工具就不能算为新法接生。应坚持广泛深入地宣传新法接生的好处和老法接生的害处。提高群众的卫生知识水平,改变旧观念、旧风俗、旧习惯,使科学知识深入人心。

家庭接生和先产处理

家庭接生 家庭接生(home delivery)是指通过产前检查,无异常情况的产妇在家请接生员来接产。如有难产史、手术产史、骨盆狭小、胎儿过大、胎位异常以及妊娠合并症者,应该住院分娩。

在家分娩的,在预产期前一个月内,接生员应到产妇家访视一次,检查接生前的准备,包括:①产妇和婴儿方面,如精神状态过分紧张或担忧,会使产程延长,不利分娩,所以产妇在分娩前要保持精神愉快、心情舒畅,消除一切顾虑;卧房要光线充足,空气流通,干燥,事前清扫干净,搬出不必要物品,以便接产。房内家具越简单越好,以免妨碍接生人员的操作,床要放在最合适的地方,不要挤在角落里。此外,在分娩前,产妇家里应准备好产妇和婴儿所需的用品,包括塑料布一块、面盆1—2个、草纸及卫生纸数包、清洁月经带一条、清洁裤一条。临产时准备两壶开水,一冷一热。婴儿用物要准备:适合季节的衣服3—4件,布料要柔软,少用扣子和带子;小包被1—2件;尿布,不论新布或旧布做都可以,只要清洁质地柔软。②接生员的准备,包括简易产包一只,其中有消毒巾4块、小布巾2块、橡皮手套2副、袖套1副、小弯盘1个、橡皮导尿管1根、橡皮吸管1根、纱布数块、卫生纸1包,毛刷1个。器械有剪刀1把、血管钳2把、持针器1把、圆针及三角针各2枚、肠线1管、细丝线1束;药品可备有75%及95%酒精、2.5%碘酒、5%新洁而灭、消毒石蜡油、1%普鲁卡因、0.25%氯霉素眼药水、催产素、麦角新碱、尼可刹米、山梗菜碱、西地兰、乙醚等;器械需备有血压计、听诊器、胎心听筒、体温计、电筒、消毒注射器及长短镊子等。接生用具一定要消毒,其中接生包,可用高压蒸气消毒,消毒时间以137.3 kPa(1.4 kgf/cm²)压力继续蒸20 min,也可用蒸笼(或有蒸格的铝锅)消毒,蒸1—2 h取出。产包蒸过后不要打开,放在太阳下晒干或烤干才能用;接生器械消毒,金属器械可包入接生包内进行消毒,也可临时煮沸消毒,水沸后继续煮20 min,剪刀须等水沸后放,煮沸5 min即可,煮沸时间过长会影响锋口锐利;手套、导尿管、针筒等,可用高压蒸气消毒,以103.4 kPa(1.1 kgf/cm²)压力继续蒸15 min,或用蒸笼消毒,待水煮沸后继续蒸30 min,也可临时放在沸水中煮沸3—5 min。接生员接到产家通知后,应立即携带接产用品赶到产家,对产妇进行必要的检查,以明确是否能正常分娩。如估计不能在产家处理时,应立即转院。产妇如果在家等待分娩,接生员应按医院接产原则,注意无菌操作,将所需用品及药物摆好。接产前,接生员的手先用肥皂水擦洗干净后,再用酒精擦洗一次。产妇外阴用肥皂水擦洗后,冲干净,最好再用红汞药水涂布。接生方法与医院接生相同。断脐要严格执行无菌操作。产后1—2 h内,定时观察产妇,直到一般情况好,血压脉搏正常,子宫收缩好,出血量不多,方可离开产家。

先产处理 先产(BBA)指未得到医疗照顾前胎儿已自然娩出。先产可发生在家中、途中或医院待产室内,对母婴都可产生不良影响。如胎儿坠地,可发生外伤、骨折或窒息等意外;如新生儿脐带处理不当,易发生新生儿破伤风,危及生命;产妇可发生会阴撕裂、产后出血、感染等。因此应积极预防先产。

如分娩发生在田间、路旁或车船上者,接生者应利用当时的环境条件,因地制宜,展开工作。情况允许时先将产妇移至避风僻静处,注意保暖,臀下放一洁净衣物,尽量做到消毒,禁止不洁之手及任何不洁器具接触外阴污

染产道，可用干净毛巾或衣服保护会阴。胎儿娩出后，不要急于断脐，可于脐带中段用线暂时结扎，用衣服包裹，将新生儿连同胎盘一起送附近医疗单位，作进一步消毒后再行断脐。

(1) 新生儿处理：新生儿口、鼻腔分泌物仍未清除者，用吸管清除口腔、喉部分泌物，必须保持呼吸道通畅。婴儿尚未断脐者，处理者先消毒双手，用消毒脐带线于距脐轮 15 cm以上处先结扎一道，然后提起脐带，先用消毒棉签蘸 2.5%碘酒消毒脐带，再用 75%酒精消毒脐根部周围至结扎处。然后在脐周围铺上消毒纱布，并将消毒过的脐带放于消毒纱布上。处理者戴上消毒手套，再按常规结扎断脐。应给新生儿注射破伤风抗毒素 1500 U(注射前先作皮试)、青霉素 20 万U，每日二次，共三日。密切观察婴儿，发现破伤风可疑者应立即进医院治疗。

(2) 产妇处理：应注意宫缩和流血。会阴首先用新洁而灭消毒。检查胎盘是否完整，如有胎盘残留，应及时处理。检查阴道有无撕裂，如有撕裂，应局部涂消毒药液后，给予缝合。产妇亦需注射破伤风抗毒素，并给抗炎药物。

产科消毒隔离

产科消毒隔离(obstetrical disinfection and isolation)是围生期保健的重要环节，目的是控制产褥感染。其主要环节是：手术室、产房与婴儿室，有定期清洁卫生制度；保持空气清洁及消毒。

一般要求手术室、产房、婴儿室的空气消毒，应每日用紫外线照射 60 min以上，并用药液喷雾消毒，如 1%的新洁而灭或 5%—10%过氧乙酸，每周一次乳酸消毒，每立方米室内用 0.2 ml乳酸加水加温熏蒸，每月一次用福尔马林封闭消毒(每立方米 1—2 ml，封闭 12—24 h)；产科敷料与器械可以用高压蒸气、环氧乙烷、开水或水活化的戊二酰醛等方法灭菌。此外，要减少工作人员带菌的机会，如对工作人员每半年进行鼻咽部细菌培养一次，如发现带菌，立即给予治疗，并调离手术室、产房、婴儿室等科室，待连续 3 次培养阴性后方可进入上述科室。工作人员患有脓疖感染者应迅速调离。医务人员勤洗澡、洗手。制服帽子应保持清洁，进入上述科室，必须换清洁鞋，戴口罩；患有霉菌、滴虫性阴道炎孕产妇便盆应隔离。患有传染性疾病的孕产妇，如肝炎患者必须进入隔离病房及隔离产房。产后发热者，应床旁隔离，严重感染者进隔离病房；乳腺炎患者应转外科隔离；为减少产前感染，对胎膜早破的产妇要保持外阴清洁。破膜超过 12 h者要给抗生素。减少肛查与阴道检查的次数，作阴道检查时要严密消毒外阴与阴道。接产时要严格按常规无菌操作；对转科、出院或死亡的病人及其所住病室与用物进行严密终末消毒。应更换被单与床单，产床、床头柜等用 5‰过氧乙酸消毒。床垫日光曝晒至少 6 h；要加强宣传教育，如产前应适当注意营养，纠正贫血，以增强体质。孕 7 月开始禁止性交与盆浴；产后应教会产妇正确使用会阴垫，并宣传产后两个月方可性交，以防损伤及感染；对各种消毒物品、器械、用具、空气等应定期进行采样检查，以便发现问题及时给予解决。

妊娠结局

妊娠结局(pregnancy outcome)指妇女怀孕后因各种原因，妊娠可在不同阶段终止。按终止妊娠周数，分别称为流产、死胎、早产(见“早产”条)、足月产、过期产(见“过期妊娠”条)。

流产 流产是指妊娠不到 20 周，胎儿体重不足 500 g而终止者。其中发生在妊娠 12 周以前者称为早期流产；发生在 12—20 周之间者称为晚期流产。早期流产的主要原因是孕卵异常，这可能由于卵子或精子的缺陷或两者均有缺陷所致。在自然流产中染色体异常者占 20%—70%。X射线、病毒感染及某些药物也可能引起染色体断裂、缺失、易位等结构异常，而导致流产。此外，母体内分泌失调，雌激素过多与孕酮不足亦为早期流产的原因。子宫病变、全身性疾病、创伤、母儿血型不合等也可以引起流产。为预防流产，应避免重体力劳动，休息时间宜延长，防止外伤。孕期应节制性生活，尤其孕 3 个月内。反覆或习惯性流产者更应在末次流产后即开始进行各种检查，了解以往的流产原因，并针对原因进行治疗。先兆流产以休息、保胎为主，若胚胎已死亡或阴道出血不止或增多，可考虑终止妊娠。难免流产及不全流产经确诊后，根据子宫大小进行吸宫或钳刮术以清除宫腔内胚胎和胎盘组织。完全流产则无特殊处理。稽留流产或感染性流产应给抗生素，并以适当方法促使宫腔内容物排出。

死胎 死胎是指妊娠 20 周后，胎儿在宫腔内死亡者。死胎如未及时自宫腔内排出，将引起母体凝血功能障碍。常见的病因有胎儿畸形、脐带病变、前置胎盘、胎盘早期剥离等，或因过期妊娠、妊娠高血压综合征、妊娠合并症等引起胎盘功能不全而导致缺氧，胎儿死亡。死胎发生后，应作各项检查，确定发生死胎的原因，包括夫妇双方血型和Rh因子，血、尿常规及空腹血糖测定。对有因妊娠高血压综合征、妊娠合并症引起的死胎史者，再次妊娠时，应定期进行产前检查，控制妊娠高血压综合征与妊娠合并症。孕 22 周后测尿雌三醇(E_3)，每周 2 次，孕 35 周后数胎动及每周测胎儿胎盘储备功能，即无负荷试验(NST)。根据孕妇病情、胎盘功能及胎儿成熟度，考虑终止妊娠的时间，以免再次发生死胎。死胎确诊后常可自然临产，也可在严密观察下等待 2 周后再进行引产。诊断为死胎后应常规检测血小板、凝血酶原时间、纤维蛋白原等，以便随访时进行对照，及早发现母体凝血功能障碍。羊膜腔内或宫腔内羊膜腔外注射利凡诺或前列腺素引产，均有很高的成功率，也可用催产素静脉滴注引产。死胎临产后注意预防产后出血，产后仔细检查胎盘、脐带及

胎儿，尽可能明确死胎发生的原因。

足月产 足月产是指孕期满37周至不满42足周(259—293 d)间分娩者。如果产力、产道和胎儿分娩三因素均正常，并能相互适应，胎儿可自然地经阴道顺利娩出，为正常分娩(顺产)。任何一个或一个以上的因素异常而使分娩进展受到阻碍时，称为异常分娩或难产。足月妊娠者多数能顺利地经阴道分娩，难产总发生率约30%左右，如顺产处理不当，可以变为难产；反之，有时难产处理得当和及时，又可变为顺产。难产处理不当可引起轻重不等的母婴并发症，如母体并发症有软产道损伤、产后出血、休克和产后感染；婴儿并发症有新生儿窒息、颅内出血及其后遗症、骨折、末梢神经损伤等。所以对足月产同样要给予重视。正确区分顺产与难产，积极采取相应措施。

产褥期保健

产褥期是指从胎盘娩出至产妇全身器官(除乳房外)恢复至正常状态所需的时间，一般约6—8周。在这段时期内所需采取的保健措施称产褥期保健(puerperium health care)。

产妇各系统的复旧 产妇各系统特别是生殖器官经历复旧的过程。产后乳房发生明显变化，分泌乳汁，哺育新生儿。胎盘排出后，子宫体即收缩至儿头大，呈前后略扁的球形，约17×12×8 cm³大小，重约1 000 g。整个产褥期由于子宫不断缩复，肌细胞数目大致不变，但长度及体积显著缩小，多余的胞质发生变性自溶，转化为多肽、蛋白胨，最后成为氨基酸，由血液及淋巴管带至肾脏排出，故产后数日内尿中肌酸、肌酐增加，形成负氮平衡。胎盘和胎膜从蜕膜海绵层外部与子宫壁分离而娩出，基底部则经过再生而形成新的子宫内膜功能层，但胎盘附着部的子宫内膜修复较缓慢，需6周以上，故在产后仍遗留有很大创面，如护理不当，则易引起细菌感染，发生产褥疾患。分娩结束后，阴道变为松弛的管道，子宫的支持组织，盆底肌肉与筋膜，会阴体及外阴部均呈松弛状态，并因压迫与过度扩张而致水肿、隐性损伤或撕裂，若裂伤当时未能正确修补，可成为日后子宫脱垂及阴道壁膨出的原因。分娩后2—3 d乳房增大，变坚实，生乳激素与肾上腺激素共同作用于乳房，乳腺分泌乳汁。乳汁的排出，要靠婴儿的吸吮刺激和催产素对乳腺管肌的收缩作用。如果哺乳方法不对，可引起乳汁过少、乳头破裂，处理不当可以发生乳腺感染，导致急性乳腺炎。其他系统，如泌尿系统，由于产时膀胱及膀胱三角区受压，发生水肿、充血、郁血，易产生尿潴留；或因外阴产伤性疼痛反射，也易引起尿潴留、残余尿，这些都是尿路感染的因素。血液系统方面，由于产褥早期血小板数迅速上升，加以下腔静脉血流缓慢，易形成血栓；产后出血及妊娠期贫血的延续，致产褥期贫血较常见。消化系统方面因产后腹壁及骨盆底肌肉松弛，活动少，易发生产后便秘

产褥期保健 要做好兼顾母婴两方面的保健工作。

(1) 饮食：产后宜给容易消化、富有营养的食物。不偏食，如鸡、鱼、肉、蛋、虾、豆类、新鲜蔬菜和水果等都含有各自特点的和身体所必需的成分，食物的种类多，营养供给才会全面。并要多进水分。

(2) 休息与活动：分娩后，产妇常觉十分疲乏，所以头1—2 d中应卧床休息或视具体情况，在产后24 h起床活动。产后半个月可以做些轻便的家务，满月以后才能操作较重的家务劳动，象洗衣服等。适当的活动和充分的休息，能促使产妇早日恢复健康，增进食欲，减少排便困难。但对难产手术后或有感染的产妇，不要勉强过早起床活动。

(3) 卧室：产妇的卧室要光线充足，冬天要温暖，夏天要阴凉。室内空气流通，但须注意不让风直接吹在产妇和婴儿身上，以免着凉。应破除产妇包厚布、穿厚衣、不开窗户的旧习惯。

(4) 个人卫生：产妇多汗，阴道又有恶露不断流出，因此必须注意个人卫生。勤换内衣及床垫。产妇可以擦浴、淋浴，但绝对不能盆浴，以免污水进入阴道引起炎症。浴后要擦干，以免着凉，还应注意牙齿、口腔、头发等的卫生。

(5) 大小便：产后头几天由于产妇活动少、出汗多，加上腹壁松弛，饮食无渣，所以常有便秘现象。宜早下床活动，多吃蔬菜与水果。产后2—3 d未大便者，宜给缓泻剂，如通舒片，或给肥皂水灌肠。由于产后常有排尿不畅现象，产后4—6 h，应督促产妇排尿一次，以免膀胱胀满时影响子宫收缩，引起产后出血量增加。首先应解除产妇对排尿疼痛的顾虑，鼓励起床排尿。

(6) 会阴的护理：外阴部每天要用温开水洗涤，产后第一次擦洗时，应用肥皂水将臀部、大腿内侧血迹洗净，勤换月经垫。每次更换应洗净双手。如会阴水肿可用95%酒精敷20 min，每天二次，效果很好；或用50%硫酸镁湿热敷。会阴有缝线者，一般在产后2—3 d按裂伤程度及愈合情况拆线。

(7) 乳房的护理：每次哺乳之前应用清水擦洗乳头，并洗净双手。对有乳头皲裂、乳管不畅，需及时处理，以防乳腺炎发生。

(8) 产后保健操：产后保健操能够促进和加强腹壁、盆底肌肉张力，对防止尿失禁、膀胱、直肠膨出及子宫脱垂有重要意义。体操运动包括：①呼吸运动：运动时产妇取平卧位，两手伸直放平贴住躯干，渐渐吸气将两手举过头，然后将两手放下渐渐呼气，共作5次。②抬头运动：双手置于枕后，颈部向前弯曲，使下颏紧贴胸部，随后颈部放平，共作5次。③双腿屈起运动：双腿屈起，然后伸直，共作5次。④臀部抬高运动：双膝屈起后，臀部抬起，然后臀部放下，起伏共作5次。⑤俯卧位：产妇处俯卧位后两小腿屈起后再放下，起伏共作5次。⑥肛门及阴道肌肉运

动：平卧两脚交叉，大腿靠拢，尽力将会阴和肛门肌肉收缩并提起，然后放松。这样一收提一放松，连续10—20次，以后逐渐增加。如果坚持锻炼，有助于骨盆底肌肉托力的恢复。

(9)产后性生活：产后恶露尚未干净的时候，绝对不能性交，因为这时子宫里的创面还未恢复，子宫还未复原，过早性交，会引起感染。会阴有伤口、产道有损伤的产妇，产后性生活更宜推迟一些。

产后随访和产后检查

必须对分娩后的产妇进行认真的访问、严密观察，及早发现和处理异常情况。住院分娩的产妇，产科医师应每天检查；在家分娩的产妇，也应接受产后访视。一般产后第2、4、8、12天访视。

产后随访 产后随访时应注意以下几点：

(1) 产妇的一般情况：包括全身感觉、睡眠、饮食、大小便等。

(2) 体温：每天要测量体温至少两次，如有增高应找出原因及时处理。分娩后产妇体温一般正常，如有产程延长或过度疲劳，体温在产后24 h内会有所升高。产后3—4 d，由于乳房充盈，也可有低热，但都不超过38℃，并于24 h内自行恢复正常。

(3) 脉搏与呼吸：由于胎盘循环停止，子宫缩小以及卧床休息，脉搏较慢，每分钟约60—70次。又因产后腹压减低，膈肌下降，呼吸变深变慢，每分钟仅14—16次左右。每日至少测两次脉搏和体温。如使用硫酸镁治疗妊娠高血压综合征，血镁浓度过高会抑制呼吸使变慢。

(4) 血压：产后变化不大。有妊娠高血压综合征的产后血压大多数会降至正常；少数病情较重者，应注意血压的变化及主诉，因产后24 h内仍有发生子痫的可能。

(5) 子宫复旧速度：产后宫底回缩下降每天约1—2 cm。10—14 d以后退入盆腔，在耻骨联合上方就不再扪到。随访时每天应测量子宫底的高度，测量前必须排空膀胱。如有产褥感染、子宫复旧不全时，检查时可见子宫底较同期正常产褥宫底高、软，并有轻度压痛。应及时使用抗生素、宫缩药或中药生化汤加益母草，可以促进产后子宫收缩。

(6) 恶露：产后经阴道排出的分泌物，叫做恶露。每天应注意恶露的量、颜色和气味。恶露内含血液、坏死蜕膜组织及粘液等。正常的恶露有血腥味，但不臭。正常情况下，产后3—4 d内恶露量多，颜色鲜红，叫血性恶露；一周以后恶露变淡黄色，叫浆性恶露；两周左右颜色变白、量少，叫做白恶露。约3周左右恶露干净。如果产后两周，恶露仍然血性，可能是子宫复旧不全或子宫内有残留胎盘、胎膜；恶露如果有腐臭味，可能存在产后感染，应及时处理。

(7) 注意外阴部情况：有无红肿，有会阴切开或撕裂缝合者，应注意伤口周围组织有无红肿、分泌物及愈合情况。

(8) 乳房及乳头情况：注意乳房的胀满程度，有无疼痛及红肿，乳汁的量有多少，以及乳头有无皲裂。

产后检查 一般在产后35—42 d，在门诊对产妇进行检查，包括全身、盆腔器官及乳房，以了解全身及生殖道恢复情况。具体内容如下：

(1) 一般健康情况：检查前应详细了解病史，包括产妇有无妊娠合并症与并发症，分娩方式以及哺乳情况。所有产妇都要测量血压，有妊娠高血压综合征的产妇还要化验尿蛋白。产后出血以及剖宫产产妇必要时要化验血常规，以了解有无贫血，并给以必要的治疗与指导。有各种内科合并症产妇，必要时要和内科医生共同检查研究解决。对产褥期体重过度增加者，应多作体操锻炼，饮食应富含蛋白质及维生素，减少碳水化物摄入量。

(2) 妇科检查：外阴检查，会阴切开缝合及阴道手术产产妇要注意会阴伤口愈合情况，有无分泌物及炎症。阴道检查，了解阴道分泌物的颜色、数量；检查阴道裂伤愈合情况，粘膜切口有无肉芽组织；检查阴道壁有无膨出和骨盆底支持力。子宫颈有无裂伤、表面分泌物情况，有无炎症，有无宫颈糜烂。检查子宫位置、大小、有无脱垂。还必须检查附件及子宫周围组织有无炎症增厚。根据妇科检查结果给以必要的处理。伤口引流不畅者，必要时需住院行扩创术。有阴道伤口肉芽组织者，应及时摘除。有阴道壁膨出及子宫后位者，立即手法复位，并嘱产妇多采用侧卧位睡眠，每天胸膝卧位二至三次，每次10—20 min，并加强腹肌、盆底肌肉的锻炼。如有子宫内膜炎及子宫复旧不良者，给予复方磺胺制剂或抗生素，并给子宫收缩药。如有宫颈糜烂，此时不必急于治疗，因产后缺乏雌激素，阴道上皮仍菲薄、脆弱，正常阴道酸性环境尚未建立，因此，可等待3—4个月，再进一步检查治疗。

(3) 指导哺乳期卫生(见“哺乳期保健”条)。

(4) 指导计划生育(见“哺乳期避孕”条)。

哺乳期保健

哺乳期保健(lactation health care)是指对产后喂哺母乳的母亲及婴儿进行的保健，包括对哺乳方法的指导、喂哺的卫生要求、对乳母的劳动保护指导，以保证有充足的乳汁分泌和喂乳期母亲身体健康，以及正确的断乳方法等。

在妊娠期，雌激素、孕激素分别刺激乳腺管及腺泡的发育；垂体生乳激素、胎盘生乳素、甲状腺素、皮质醇和胰岛素也参与促进乳腺的生长发育。分娩后，雌激素、孕激素和生乳素水平急剧下降，对垂体生乳激素的抑制作用被解除，因而乳汁开始分泌。

母乳是使婴儿健康成长的天然营养品和最理想的食物。母乳不仅有适合婴儿生长发育的各种营养素，而且有

抵抗疾病的抗体和帮助消化的各种酶。通过母乳喂养，母婴间亲密的接触，使母子心理状态良好及婴儿智力开发，这是极为重要的。婴儿的吸吮可以促使母亲子宫收缩与复原，有利于母亲健康的恢复。中国历来都是用母乳喂养的，这已成为数千年来婴儿赖以生长、民族得以繁衍的优良传统。但是近年来，特别在一些大城市，出现了以人工喂养代替母乳喂养的倾向，母乳喂养率下降，婴儿的健康受到一定的影响。因此要提倡母乳喂养，社会各方面都要给予大力支持，并要做好哺乳期保健，保护母婴的健康。

哺乳期卫生指导 ①开奶：产后应将乳头洗干净，先在乳头涂上蒸过的植物油或石蜡油，使上面的垢及痂变软，然后用肥皂水及清水洗净，产后2—6 h可开始哺乳。②乳房护理：每次哺乳前乳母应洗净双手，用干净毛巾擦净乳头。将乳头深深送入婴儿口腔内，并应吸空一侧乳房后再换另一侧。如乳汁过多，应将多余的奶用吸乳器吸出或用手挤出，否则乳房里常有积余的奶，将使乳汁分泌减少，而且容易感染。平时应勤换内衣，保持乳房清洁。③乳母的饮食：乳母的营养摄入，可影响乳汁的成分，因此必须保证母体有充分的营养。饮食不宜过于油腻，要补充足够的热量、蛋白质、水分和维生素（见"营养素供给量标准"条）。喂奶期间，最好不吃刺激性太大的食物，某些药物可以从乳腺排出，长期或大量服用，可使婴儿发生中毒症状，如阿托品、鸦片类药物、红霉素、四环素、水杨酸盐、碘化物、溴化物、磺胺类及苯巴比妥等。因而在喂奶期间服用要慎重。④喂奶间隔时间。原提倡每隔3—4 h喂哺一次，这样可以保证母亲和婴儿休息，夜间逐渐减少喂奶时间，6个月以后可养成夜间不喂奶的习惯。最近国际上趋向于主张不定时喂母乳，使母婴早期密切接触。婴儿出生后若情况良好，可立即吸吮母亲乳头，以后母婴同室，根据婴儿需要随时吸取乳汁。随着婴儿的逐渐生长发育，可以自我调整吸吮母乳次数及时间，这样有利于母亲乳房的充分排空及刺激乳汁增加，更利于婴儿生长发育，减少乳腺感染机会，以及增加母婴的感情。

哺乳期的劳动保护 情绪、休息和睡眠以及营养状况都影响母亲乳汁的分泌。乳母应保持心情愉快，保证充分的休息和足够的睡眠。喂奶期间可以照常工作和劳动，但不能过于疲劳。在农村安排农活时，对哺乳期的妇女要注意调近不调远，夏季劳动后，要休息片刻再喂奶。国家在这方面规定了许多制度，如对哺乳妇女，应保证每天两次30 min的哺乳时间，产后8个月内不值夜班，以及劳动环境的保护，如避免接触有毒物质等（见"女工劳动保护"条）。

断奶 婴儿喂哺至4个月时应考虑添加辅食品，喂哺至10个月左右，应考虑断奶。因为这时婴儿胃肠消化能力已逐渐增强，需要的营养也不断增长，单纯喂哺母乳已不能满足婴儿生长发育的需要。断奶的时间，最好选在春秋两季，因为炎热的夏天，婴儿易得肠胃道疾病，冬天易得呼吸道疾病，影响婴儿健康。断奶的方法可以采用逐渐减少喂哺次数、改喂牛乳以及其他辅助食物等，使婴儿能逐渐适应，而达到断奶。

常用的回奶方法：①皮硝：每天用皮硝250 g分两侧乳房包敷，皮硝全部潮解后更换新的，一般2—3天内即可退奶。②发酵的生面粉团100 g，分贴在两侧乳房上，大概两天左右，乳胀即可消退。③肌肉注射乙底酚，或生麦芽浓煎后饮服，亦可起到回奶的作用。

乳母患病时，乳量暂时减少，脂肪含量降低。轻病时不必断奶，重感冒时宜戴好口罩哺乳。乳腺炎时，宜挤出乳汁煮沸后用奶瓶喂给小儿。重病者宜断奶。乳母月经恢复，可不必断奶。

乳腺炎防治

乳腺炎（mastitis）主要由于乳汁淤积和乳头皲裂引起，乳头皲裂后，细菌由破裂乳头侵入乳腺而发生感染。发病初期，乳房局部肿胀、压痛，表皮可发红或有肿块，乳汁分泌不畅；可有全身畏寒，发热。若不及时治疗，乳房肿块转软，有波动感，则已形成脓疡，到后期脓疡破裂，脓液排出。若脓液排出不畅，肿痛不减，发热不退，疮口不愈合，可以延至数月。

为预防乳腺炎的发生，应自怀孕5个月起，经常用温水清洗乳头，或用75%酒精棉球揩乳头，使乳头皮肤坚韧。如有乳头凹陷，用手指轻轻将乳头向外牵引，并按捻乳头。每次喂乳后，将乳汁排空，喂奶前后保持乳头清洁，注意婴儿口腔清洁，切不可让婴儿口含乳头睡眠。发现乳头皲裂，要及早治疗。

一旦有乳腺炎的症状，应及早治疗：①乳头皲裂的处理：哺乳后，局部涂以100%复方安息香酊油膏、鱼肝油铋剂或0.5%氯霉素鱼肝油，哺乳前以干净毛巾擦去，或通过玻璃罩橡皮奶头哺乳。②乳腺炎的治疗：病起初期，应将乳汁排空，可用手去挤奶或吸吮器吸奶。乳汁排出后肿块疼痛即减轻，然后用发酵面粉团外敷24 h，肿消乳汁通畅后，再连续敷2天。若体温升高，血细胞增高，可同时用大量抗生素以控制病情的发展。若已形成乳腺脓疡，则需作切开排脓术，及应用抗生素。

哺乳期避孕指导

哺乳期避孕是为了防止过早妊娠影响母亲身体健康、营养状况和乳汁分泌的质和量，故应进行哺乳期避孕指导。

哺母乳的妇女，由于婴儿吸吮乳头的刺激，使下丘脑生乳抑制因子（PIF）分泌减少，导致垂体生乳激素（PRL）分泌增加，抑制下丘脑促性腺激素释放激素（GnRH）的分泌。吸吮次数是产生血浆生乳素水平的决定因素，也是导致妇女在哺乳期闭经的一个原因。流行病学和实验室的研究进一步证实了传统的概念，即哺乳期

延长产后闭经能提供一定的避孕作用。但在哺乳闭经期，仍有5%—10%的妇女怀孕，受孕的时间，往往在月经恢复前的1个月中。一旦月经恢复，即使继续哺乳，也不再有避孕的作用。

合适的避孕方法有：①物理性阻断法：产后最好先选用避孕套避孕，在月经回潮后或产后3个月，尚可采用阴道隔膜（子宫帽）等女用避孕工具。②宫内节育器：一般可于产后3—6个月放置。目前国内已开展在剖腹产后或产后立即放置宫内节育器的临床实践及研究。③杀精剂：在哺乳妇女中，不宜用杀精剂。因杀精剂可被阴道粘膜吸收，并在母体血浆和乳汁中析出。④复合避孕药或避孕针：最好在产后6个月以后应用。应用过早，可使乳汁减少，影响婴儿的营养及健康，6个月以后的婴儿，可以加辅助食品，因此受到影响较少。乳母用药后，部分婴儿可发生乳房增大现象。⑤绝育：若为经产妇，已完成生育使命，可做输卵管绝育手术。

围生期保健

围生期保健（perinatal care）是指在产前、产时及产后的一定时间内，对孕产妇及胎婴儿的一系列保健措施。它是围生医学的具体应用。

围生医学 主要是研究围生期母儿生理、病理的一门学科，内容包括：①胎儿和新生儿的生理、病理。②母体在孕期、分娩期及产褥期的生理和病理。③孕产妇疾病和用药对胎儿和新生儿的影响及防治的医学。它是一门多学科的科学，以产科、儿科为主结合其他基础学科；如遗传、免疫、生物、生化、血液、解剖、胚胎、生理等学科而组成。是60年代末新兴起来的学科，近30余年来由于产妇死亡率明显降低，计划生育以及优生优育工作的开展，人们迫切要求孕育出身体健康及智力发育良好的下一代。因此妇幼保健工作者的对象，不仅是孕产妇，而且包括未出生的胎儿。在妊娠期较长的时间内，或分娩过程中，对母儿均存在着一定的潜在危险，需要进行一系列筛查、诊断及监护措施。围生医学的建立对降低围生期母儿的死亡率和障碍儿的发生率，保证母儿健康具有重要意义。围生医学的质量是衡量一个国家卫生水平的重要标志之一。提高围生医学和围生期保健的质量，可以有效地达到：①降低孕产妇及胎婴儿的死亡率。②降低遗传性疾病及先天性畸形儿的发生率。③提高存活儿的健康水平。④从长远观点看，围生医学及围生期保健对提高民族健康水平和民族素质有重大意义。

围生期时间范围的计算 有四种方法：①围生期Ⅰ：指妊娠满28周，相当于胎儿出生体重达1 000 g及以上，至产后7 d末。②围生期Ⅱ：指妊娠满20周，相当于胎儿出生体重达500 g及以上，至产后28 d末。③围生期Ⅲ：指妊娠满28周，相当于胎儿出生体重达1000 g及以上，至产后28 d末。④围生期Ⅳ：指胚胎形成至新生儿出生后7 d末。

中国和世界上大多数国家是采用围生期Ⅰ的计算方法，围生期死亡率的计算应包括相应围生期定义内的死胎、死产和新生儿死亡率（详见“围生期死亡率”条）。围生期保健，主张应从早孕开始。

围生期保健的管理 在欧美一些发达国家，提倡围生期保健管理地区化，建立围生期监护中心，配备产科、儿科专业人员，围生医学专家及辅助人员和各科监护装置及相应的实验室设备。在中国可根据具体情况，先创造条件，重点建立若干围生期监护中心，以后再逐步扩展。

围生期保健和孕产妇保健不等同，它是在孕产妇保健的基础上，增加新的技术及新的内容，实行母子统一管理。中国的围生期保健工作从1977年开始，受到全国妇幼卫生工作者、妇产科、儿科及遗传学工作者的重视，目前已建有围生期保健信息管理系统，在各大城市均已开展围生期保健，组织健全的妇幼保健网，普遍采用孕妇保健卡、地区和医院挂钩，从早孕期起进行系统管理，已取得了明显的效果。在农村围生期保健工作重点应放在：①宣传近亲结婚与低能痴呆患者结合的害处。②普及产前检查，提高孕28周以后的检查次数，预防早产，矫治贫血、妊娠高血压综合征和臀位。③普及新法接生，逐步开展科学接生，全产程接产。④开展产后访视和新生儿保健。⑤宣传男女平等，纠正重男轻女的封建旧俗。

开展围生期保健，首先要建立健全三级妇幼保健网；其次是组织好多学科的协作，特别是产科与儿科的协作；第三是有计划的设立产前诊断中心和高危孕产妇及新生儿监护中心；第四是定期对本地区、本单位的围生死亡情况及原因进行调查分析。提倡普及尸体解剖，以便能更正确地反映围生期死亡的真实原因。所以有针对性地提出围生期保健工作的重要内容，可有效地降低围生期死亡率。同时亦要对病残儿（遗传性疾病、先天性畸形及残缺、智能低下儿）进行流行病学调查；第五是宣传教育，采用各种科学普及方式，提高群众围生期保健知识水平。

围生期孕妇的管理 为了提高围生期保健工作的质量，必须抓好几个环节：①早期发现孕妇：无论从预防流产、孕期合并症或预防胎儿发育畸形的角度出发，都要求早期发现孕妇，以便及早进行保护。工厂卫生室月经登记卡和农村生产队月经挂牌制度，都可以帮助发现孕妇。②系统观察孕妇的健康和胎儿生长发育情况，及时发现高危因素进行矫治。孕期检查就是从每年数百万个孕妇当中，通过系统的、定期的产前检查和细心观察，防止或早期发现少数异常现象，并进行必要而及时的处理，以避免发展为危及母婴健康或生命的病理状况。为了保证孕期保健落实到每个孕妇，要建立良好的管理制度，如孕妇登记、预约检查、异常妊娠特殊管理制度。③孕期卫生和宣教：应当把孕期注意事项用多种方法，广泛地向孕妇及其家属进行宣传，普及卫生知识，主要内容有孕妇的营养、妊娠与吸烟、孕妇用药问题，其他致畸因素，如病毒

感染、环境污染以及孕期劳动保护等。

围生期监护　在贯彻围生期保健中，必须对高危妊娠进行监护。高危妊娠是指本次妊娠或分娩使孕妇、胎儿、新生儿处于危险状态者(见“高危妊娠”条)。高危妊娠既可是异常妊娠，也可以没有异常症状或体征，其发生率较异常妊娠高。

各期监护要求　①早期妊娠：自早孕至15孕周末，通过产前咨询及遗传咨询门诊，确定本次妊娠的高危程度，从而决定妊娠是否可继续。②中期妊娠：自16孕周至27孕周末，主要监护胎儿的生长和发育。检查方法有宫底高度测量，超声测量胎头双顶径、胸围和腹围，作动态观察。③晚期妊娠：自孕28周至分娩前，继续观察胎儿生长和发育，胎儿胎盘功能，胎心胎动计数及胎儿成熟度。大多数与产科有关的并发症都是发生在这一阶段，加强对并发症的防治，使高危转化为低危，以及适时计划分娩，可以降低母婴并发症，提高围生期小儿的存活率。④分娩期：主要是监护分娩能否顺利进行，具体内容均包括在产程图内。产程图内容包括同步观察宫缩、宫口扩张、先露下降、胎心率、羊水、母体血压及各种用药效果，包括催产素的作用，有条件的可进行胎心率的电子监护，及胎儿头皮血pH值和血气分析，可根据产程图的不同图型，早期识别难产的发生可能，从而及时地采取相应的措施。⑤新生儿期：通过对高危儿的重点监护，能提高围生期小儿的存活率，降低障碍儿的发生率。

更年期保健

更年期保健(climacteric health care)是指维护处于绝经前后这段时期的妇女身心健康的保健工作。更年期包括月经永久停止的绝经期，绝经前1—2年的绝经前期和绝经以后的绝经后期。绝经现象是由于卵巢功能逐渐衰退，直至完全消失而出现的临床表现即月经周期的变化，故临床上区别更年期也从月经的有无做为标记。近年由于内分泌测定方法的发展与内分泌学的进展，发现卵巢功能于月经停止前10年已开始衰退，所以更年期应该从40岁以后开始，假若月经停止的平均年龄为50岁，老年期开始的年龄为60岁，此时妇女的更年期应为40—60岁。随着人口寿命的延长和老年医学的发展，有些国家老年期的年龄有逐渐推迟的趋势，因而更年期的年限也随之逐渐延长。

很多因素可以影响妇女的绝经时期，如不同种族可能有不同的遗传因素、月经初潮年龄、婚姻状况、生育史、职业性质、吸烟或酗酒习惯、生活地区(高原、平原或沿海)、经济情况、家庭生活水平以及是否应用过特殊药物等。中国民族众多，生活习惯不同，经济状况有差异，妇女的工作情况与社会地位、生活环境都有很大的区别，因此必须结合具体情况认真做好更年期妇女保健工作。

(1) 饮食：更年期妇女基本饮食与年青人相同，但量要减少些，女性在50岁以上每人热量需要8.0MJ(1 900 kcal)，蛋白质0.8 g/kg体重，并应含多种维生素及钙等微量元素。每天水分也需要6—8杯，有利于通便及排尿，若夜尿多，则可在上午多饮水，且勿过分食用少渣食物，因为食物中渣滓过少，饮水又少时，则可导致长期便秘。长期使用通便剂或矿物油通便都对身体有害。勿过多食用含糖过多的食品，如糖果、蛋糕或甜点心或过甜的水果等，勿饮酒过多。

(2) 起床与睡眠：每天应定时起床与定时睡眠，若连续数天睡眠不佳，则可服用适量的催眠剂，得到一次足够的脑力与体力休息。

(3) 衣着与锻炼：结合自己的工作性质，每日抽时间做保健操。

内衣应选用棉制品或容易吸水、吸汗的物质制成的衣裤，尤其是内裤切勿用化纤类纤维织品。鞋宜软底低跟并防滑。

(4) 个人卫生：每晚须清洗外阴。大便后应清洗肛门。头发应每1—2周洗一次，洗净后涂少许护发油，避免枯燥易折。

妇女在更年期常出现各种不舒服症状，即更年期综合征。骨质疏松也是更年期晚期的一个重要变化。为了预防及减轻这些症状，及早发现各系统的病变，达到早期治疗的目的，就必须进行更年期的预防性定期检查。在预防措施中包括雌激素的代替应用，钙和维生素D的补充及适当参加运动等。

应多向社会各行业宣传更年期妇女保健的重要性，妇女更年期与老年期身体健康是家庭和睦、社会安定的重要因素之一。近年来世界卫生组织对更年期妇女保健的要求是预防与治疗相结合，以达到在2000年人人享有卫生保健。因此要对更年期妇女人群进行疾病筛查、监测与防治。更年期妇女的保健应渗透在整个预防与医疗过程中。在治疗的过程中应想到如何预防可能发生在更年期的一些症状，同样在临床医疗总结出来的经验和问题，应及时反馈给各级预防保健工作的领导部门，以便再制定出相应的预防措施，来进一步提高妇女的健康水平。

目前对更年期与老年期妇女保健中应考虑的问题是：降低更年期妇女中各种疾病的发病率和更年期综合征的发病率，积极地给以早期补偿性治疗。防治各生理系统的衰老，建立与健全各级更年期妇女保健组织，开展各不同地区中老年妇女身体健康状况的调查研究，研究防治衰老的药物和防治骨质疏松的各种措施。

更年期综合征

更年期综合征(menopausal syndrome)是指在绝经前后由于卵巢功能衰退，激素变化而引起的包括植物神经系统紊乱的一系列症状(如阵发性忽冷忽热、面部潮红、出汗、失眠、头晕、目眩等)以及生殖道衰退变化引起

的症候群。年轻妇女因手术切除双侧卵巢或经放射治疗后也可出现类似症状。

女性更年期是妇女自卵巢功能开始衰退到老年开始的一段生命时期，可长达20余年，包括了绝经前期、绝经及绝经后期三个阶段。在这段时期中由于卵巢功能逐渐衰退，卵巢对促性腺激素不能再有足够的应激能力，以产生足量的雌激素以致月经周期无排卵，卵泡发育也逐渐停止，雌激素分泌也逐渐减少，以致不能刺激子宫内膜，月经即停止来潮，逐渐进入绝经阶段。在卵巢分泌激素减少的同时，丘脑下部、脑垂体和卵巢之间的平衡关系发生改变，因而产生了丘脑下部和脑垂体功能亢进现象，表现为促性腺素分泌增多，以及植物神经系统功能紊乱，引起了身体各器官系统的变化，产生了很多不适症状，干扰了妇女正常的生活，即产生更年期综合征。

中国城市妇女的绝经年龄约在50岁左右，农村妇女的绝经年龄早些，一般认为更年期的20年是从绝经前10年到绝经后10年，通过血液中激素的测定可知，在自然绝经前10年卵巢功能已开始衰退，对垂体所分泌的促卵泡成熟激素的作用，敏感性降低。因而在血液中促卵泡成熟激素含量开始升高，但在临床上除有时出现月经紊乱外，无特殊症状。在即将绝经前，卵泡消耗殆尽，雌激素水平极低而血中卵泡刺激素(FSH)及黄体生成激素(LH)水平均升高，直到卵泡全部消失，促性腺激素水平也明显上升，绝经开始。在绝经后的一年内，血中FSH比青年期上升30倍，LH上升3倍，以后还继续升高，绝经后2—3年内达到最高水平，然后维持数年之久。

临床表现　在更年期综合征中，生殖道症状出现较早，也比较明确，容易被妇女觉察，如月经不规则、出血量多或减少、月经停止等，有时尚有白带增多、性交痛、外阴与阴道炎症。生殖道外的症状则往往被忽略或不重视，或被误解。这些症状系植物神经系统、精神因素受到雌激素减少而共同参与所致。尚有更年期晚期发生的骨质疏松，皮肤衰老，关节及肌肉酸痛，脂代谢异常及心血管疾病等。

由于内分泌因素、社会因素、文化因素及精神因素共同参与导致的更年期综合征的临床症状，主要有下列几类：

(1) 心血管舒缩功能失调：在绝经前后1—2年内，常常出现一阵阵发热(称之谓潮红)和出汗。绝大多数人持续1年，但在25%—50%的妇女中此症状可持续5年以上。潮热起自胸部，然后向头部、颈部、全身、手、足等部位扩散，表现为皮肤突然发红，继之出汗。其他症状尚有心悸，心率加快，短暂的血压上升，心前区不适或部位不固定的刺痛感，有时感到呼吸不畅，要大口呼吸等，心电图表现为窦性心动过速，ST-T波改变，如J点压低，ST段轻度下移，T波低平、双相或倒置，经各项检查均无器质性心脏病证据，可考虑为植物神经功能失调所致。

血管舒缩所致的潮红与出汗，发作少时每周仅数次，发作多者每天数次，甚至每小时1—2次。发作时因血管扩张而使表面温度升高，在手指与足趾处可上升4—8℃，脉搏加快13%—20%。青年妇女手术切除了双侧卵巢后，在短期内会出现血管舒缩综合征，与绝经者的症状相似。小剂量雌激素虽不能抑制促性腺激素分泌量，但可抑制潮红的发生。

(2) 精神神经症状：妇女经过了40余年的生活历程，受到了家庭、学校及社会各方面的影响，再加上本人身体的病痛与衰老，因而产生了一系列精神、神经症状，如：注意力不集中、易激动、智力退化、精神抑郁、失眠等。这些症状的发生率可达50%以上，可能是由于内源性的雌激素缺乏与游离色氨酸过低所致。若妇女绝经后有精神、神经症状，经过雌激素治疗后，阴道涂片中脱落细胞呈现高度雌激素作用，角化细胞虽达85%—90%，但精神症状仍存在，则这些症状并不属于更年期综合征的范畴，而是由于精神因素引起的，此时除了雌激素的治疗外，尚需进行精神治疗。

(3) 生殖系症状：绝经前后女性生殖系发生一系列的变化，这些变化均与生殖道萎缩有关，比其他系统的症状发生得早，常由此干扰了夫妻正常的家庭生活。最早出现的症状为月经紊乱，表现为流血量或多或少，流血时间或长或短或不规则，最后绝经。绝经一年后，若再出血，则可能由于器质性病变引起。

绝经后由于雌激素的消失，生殖道的粘膜与上皮也逐渐变薄、萎缩，上皮下的毛细血管透过上皮，呈现红色点状或斑块状变化，易出血。子宫颈及子宫均萎缩。子宫内膜萎缩后，有时也会发生绝经后的出血现象。子宫颈管萎缩多年后也可能发生颈管粘连，继之发生宫腔积脓。当阴道萎缩，粘液分泌减少，可引起性交痛，性交后阴道出血或阴道炎、膀胱炎。久之，则产生回避性交的思想或性交困难。

(4) 膀胱与尿道症状：绝经后由于雌激素缺乏，膀胱与尿道也发生萎缩性变化，因此尿道支持力下降，括约肌松弛，结果发生尿频、尿急或尿失禁等症状。尿道粘膜萎缩后，也可发生尿道炎。尿道张力消失则又容易形成尿道肉阜，这些症状均可用雌激素治疗。

(5) 骨质疏松：50岁以后妇女由于雌激素水平的降低和钙代谢障碍，骨质消溶增加，骨质丢失速度加快，即骨的钙质损失较多。绝经后最初3—4年每年约丧失2.5%，以致发生骨质疏松，因而极易发生骨折。自从妇女的预期寿命延长以后，更年期与老年期妇女骨折的发生率累积计算可达35%—40%。尤其是椎体，最易发生骨折。有些妇女虽有椎体骨折，但临床症状极轻微，故骨折不易被发现。其他如肱骨、股骨上端、桡骨下端与肋骨都极易发生骨折，比同年龄男子的发生率要高10倍。据统计妇女到80岁时曾发生一次或数次骨折的约25%，90岁时可达32%。在这些妇女中，在钙代谢中出现负钙平衡，空腹血钙与尿钙均升高。雌激素治疗可使血钙与尿钙

回复正常水平。故绝经后，曾用过雌激素治疗的妇女，可预防椎体骨折，减少躯体矮缩。但停用雌激素后，骨质疏松仍继续发展，骨折发生的可能性又与以前相同。

饮食中增加钙质食物也很重要，绝经前在30—50岁时若需要钙1g，在老年妇女则需要增加到1.5g，并且随着年龄增加，应该相应地增加。在多数更年期与老年期妇女中，饮食中钙的摄入量是不足的，因而每天最少要补充1g的钙元素，以保护骨骼。通常需要与维生素D或维生素D和维生素E同时服用。

适当的体力锻炼是另一种维持骨状态的方法，可增强骨骼，减少骨折的危险，改善肌肉张力，增加神经与肌肉的协调，还可使高密度脂蛋白升高，减少动脉粥样硬化的形成，因此绝经期前后适当的体育锻炼对各系统都是有益的。

(6) 皮肤衰老：面部出现皱纹，皮肤干燥，瘙痒感、蚁爬感和毛发脱落，皮肤逐渐变薄，对温度的调节功能也有所改变，使用雌激素治疗后，皮肤的弹性与血运均有所改善，皮肤也有所增厚。

(7) 关节酸痛：为绝经后常见的症状，可能与肌肉萎缩与韧带松弛有关。

(8) 心血管疾病：随着年龄的增长，心血管疾病的发生率较青年妇女增加，由于心脏病而死亡的妇女，在50岁以后其发生率也增高2—3倍，这些妇女的血胆固醇与甘油三酯均升高，因此不应过度饮食，适量的饮食、活动及小量雌激素补充均可起到预防作用。

辅助诊断：在辅助诊断中，主要是鉴别某些发生在更年期的器质性病变，这是确定更年期综合征的首要措施。其中包括测定性激素的变化，子宫内膜及宫颈活检，以排除恶性病变，为鉴别骨质疏松与其他骨骼疾病，则应根据病痛部位进行X线检查。

防治 在绝经前需要接受妇科手术时，若卵巢的功能与形态均正常，患者对切除卵巢又有顾虑，医生应详细地告诉患者切除卵巢的利弊，若尚可保留则应尽量保留，若不可保留，则告之术后是否应采用雌激素补充治疗以预防更年期综合征的发生和防止过早衰老。

对生育年龄曾采用过各种避孕措施的妇女，应考虑她们到达更年期(即40岁以后)的避孕问题，尤其是某些为了节育曾接受过多次人工流产的妇女，或带环的妇女发生月经紊乱，或痛经逐步严重，则应将环取出，同时取子宫内膜进行病理切片检查，以便早期发现子宫内膜疾病，并治疗更年期的月经病。进入更年期以后，可使用减量的避孕药，既可达到调经的目的，又可避孕，尚可在绝经后治疗更年期潮热与减缓骨质疏松与生殖道萎缩。

治疗更年期综合征应选择好的、有效的、简便的药物，再加自身的体操锻炼和适当的饮食。一切都应主动、乐观，以进入幸福和健康的晚年。

近年来世界人口平均年龄的普遍延长，很多国家都研制了防治衰老、减缓骨质疏松的药物，中国医药界也生产了可长期服用的药物，如乙炔雌二醇与环戊醚雌三醇等，服用简便，对子宫颈、阴道、外阴、尿道、膀胱、体表皮肤与骨质疏松均有较好的作用效果；对肝脏酶系统、血凝因子、糖代谢、血压、体重、血浆结合激素的代谢均无不良影响，因而当更年期以后，患者如同时患有高血压、高甘油三酯血症、糖尿病，或子宫内膜癌手术治疗后等，均可用小量雌三醇类药物治疗更年期综合征。

特别要注意的是更年期以后的饮食，要有足够的营养，但必须少食过咸或过甜的食物，应以积极的恰如其分的体育锻炼来减轻体重并增进血液循环，改善关节与肌肉的酸痛。

更年期出血

更年期出血(menopausal hemorrhage)是指更年期开始的数年内，绝经前后或绝经一年以后出现的子宫出血。无论发生在哪一段时期，虽发生的原因和机制不同，但排除器质性病因的原则却是一致的。在更年期早期与更年期晚期，出血原因偏于器质性病变，而在更年期中期，即绝经前后，则偏重于功能性、无排卵性子宫出血。

在40岁到50岁之间发生子宫出血时，器质性病变包括受孕后的疾病如：流产、宫外孕、葡萄胎、绒癌等；子宫及内膜病变，如：子宫肌瘤、子宫肉瘤、子宫腺肌瘤、子宫内膜息肉、子宫颈息肉、子宫颈癌、子宫内膜癌、子宫颈糜烂、子宫内膜结核等；输卵管及卵巢病变，如输卵管炎症或癌变、子宫内膜异位、卵巢囊肿及颗粒细胞瘤等。除与妊娠有关的病变外，其他器质性病变也可以发生在绝经后任何年龄。此外，尚有一些全身性疾病也可引起更年期出血，如甲状腺功能异常、血液疾病、精神因素或身体虚弱等。因此更应仔细诊断，鉴别生殖道恶性病变或全身性疾病。约有20%以上的绝经后出血是由于恶性病变，因而当出现异常出血的信号时，必须及早发现、早期治疗。

临床表现 更年期出血的临床表现是多种多样的，可为月经过多、月经周期间断、断续少量出血、持续性大量出血或不规则型的时多时少出血等。出血的不同表现与病因有关，因此在诊断前的出血病史的描述也是很重要的依据。

绝经后的子宫出血原因，除恶性病变外，多数是由于体内雌激素降低，子宫内膜萎缩，非特异性慢性子宫内膜炎，血管壁硬化、退变、脆性增加，维生素缺乏或高血压等，使内膜易于受损出血。

更年期子宫出血，无论发生在早期或晚期，均应进行诊断性刮宫。刮宫手术分段进行，获得的每段标本应分别置于不同的标本瓶内，送病理检查。此外，还可进行子宫镜检查，直接窥视宫腔内情况，以便早期发现子宫内膜癌。超声检查可协助诊断粘膜下子宫肌瘤或肌壁间子宫肌瘤。腹腔镜检查卵巢及输卵管对早期发现小型恶性病

变也起到一定的作用。

防治 治疗更年期子宫出血必须针对不同病因进行。切勿将其都当做功能失调性子宫出血，盲目等待自身调节，以达到逐步绝经。这样会忽略了很多可以早期治疗的疾病。

在治疗局部病变之前或同时，必须排除全身性出血性疾病，如血小板减少性紫癜或其他影响出血机制与凝血机制的疾病，因此在治疗妇科疾病之前必须先控制全身性疾病。

预防及治疗绝经后的高血压及高血脂亦很重要。尤其食欲较好，又不愿进行适当活动，并且嗜爱甜食的老年妇女，往往由于逐渐发胖，血脂增高，血压升高，而使子宫内膜的毛细血管破裂而出血，并且可反復出血，造成治疗上的困难。

对无任何内、外科并发症的更年期出血，可选用子宫收缩药物、止血药及凝血药治疗，并且可选择适量与疗效好的雌激素与孕激素药物治疗。

外阴疾病

外阴疾病(vulval disease)以外阴瘙痒症、皮肤的增生性营养不良、硬化性苔藓、慢性外阴炎、尖圭湿疣及鳞状细胞癌为多见。

外阴瘙痒症 除霉菌、滴虫等感染、糖尿病，白色病变，湿疹，疣等因素外，尚有一种临床较多见的而原因不明的瘙痒症。

预防 ①尽可能找寻原因，如幼女须注意蛲虫病(以夜间发作为主)。②避免刺激，如肥皂、避孕套、过热的水、橡皮或塑料月经带、外用的消毒液等。③注意外阴部的清洁，及时清洗，保持外阴部干燥，切忌搔抓。④避免穿着不透气的化学纤维内裤，以松软的棉织品为佳。

治疗 ①每日洗外阴2次，洗净后涂以皮质素软膏或苯海拉明软膏。②内服扑尔敏、苯海拉明、或异丙嗪等镇静脱敏药。③老年妇女可试服雌二醇。④无效者可用0.5%普鲁卡因局部封闭，或氟羟强的松龙局部皮内注射。

增生性营养不良与硬化性苔藓 病因不明，可能是外阴深部结缔组织中神经血管营养失调，导致覆盖在其上的表皮角化过度或不全，棘细胞层不规则增厚、钉脚延伸为增生性营养不良或棘皮层变薄、浅表层过度角化、基底细胞液化、真皮乳头质变而成为硬化性苔藓。有认为外阴的慢性创伤、过敏、代谢紊乱、感染、维生素缺乏、糖尿病等，都可能是诱因。

防治 应注意个人卫生，勤换内裤，保持外阴部清洁干燥。

(1) 增生性营养不良：①在进行任何治疗之前，先行多处活组织检查，尤其在白色斑块、硬结、裂隙、溃疡等处，以除外癌变或癌前期病变。②尽可能针对致病诱因治疗。③无不典型增生者，则以控制瘙痒为主，可用氢化可的松软膏，甚至可用氟羟强的松龙(加一半生理盐水)行病变区皮内注射，或用纯酒精行皮下注射。④保守治疗无效者，或病理检查有鳞形细胞不典型增生者，以后有癌变的机会，可行单纯女阴切除。

(2) 硬化性苔藓：①有不典型增生者，作较广的局部切除。②无不典型增生者可用丙酸睾丸酮油膏涂擦，如无效者，可用氢化可的松软膏或皮内注射氟羟强的松龙。

外阴慢性皮炎 多数为白色念珠菌感染所致，常与阴道念珠菌病同存，且常有诱因，如长期应用抗生素、糖尿病、全身虚弱、温湿的环境、肥胖多汗等。

防治原则：仍需保持外阴清洁干燥。治疗可在局部应用3%克霉唑软膏或2%咪康唑软膏。

尖圭湿疣 是由疣病毒引起，都因接触性感染所致。

预防 保持阴部清洁干燥，浴巾、浴具定期消毒，不互相借用，禁止与患疣男性发生性关系。

治疗 ①用20%普达菲伦(podophillin)安息香酊，仔细涂于每个疣部，待变成白色后，用皂水洗去多余的药物，2—4 d后病患脱落，不留疤痕。②电灼法。③局部病变较大者可用手术切除。④用二氧化碳激光将病变气化，但勿烧灼太深。⑤也可用三磺软膏局部涂擦。

女阴鳞状细胞癌 本病占外阴部恶性病变的95%，绝大多数发生于绝经以后，约半数伴发外阴的白色病变，但在白色病变中，仅5%—10%的增生性营养不良可发展为外阴癌。其他如尖头湿疣、乳头状瘤、慢性溃疡、慢性皮炎部分病例亦可癌变。有人认为外阴部结构复杂、皱褶很多，且由于其解剖部位易受月经、大小便及阴道分泌物的污染，病毒及致癌物质存积的机会较多，长期的慢性刺激而致癌变，亦有人认为年轻妇女的外阴癌可能与性病有关。

预防 ①注意外阴部的清洁卫生，预防皮炎及其他慢性刺激，积极治疗外阴瘙痒症。②外阴部有白色病变、皮肤增厚有硬结、慢性溃疡等病，及时作活组织检查，有癌前期病变者，应及时作单纯女阴切除。保守治疗的白色病变，也应定期作活检，严密随访。

治疗 以手术为主，如外阴原位癌可作单纯外阴切除或较广的局部切除。浸润性鳞癌可作外阴根治术及双侧腹股沟淋巴结清除术，浅淋巴结有转移者，行腹股沟深淋巴结及盆腔淋巴结清除术。放射治疗应用于晚期病例，^{60}钴局部及腹股沟部照射，由于并发症多，一般少用。

女性生殖器炎症

生殖器炎症是妇女常见病之一，主要有阴道炎、宫颈炎、子宫内膜炎、子宫肌炎、附件炎、盆腔炎、生殖系结核等。炎症发作时影响健康，尤其是慢性盆腔炎和生殖系结核、反覆发作，影响生产劳动，且易造成不孕。

阴道炎 可由滴虫、念珠菌、嗜血杆菌、阿米巴及化

脓性细菌感染所致，以滴虫性阴道炎及念珠菌性阴道炎为常见。传染的途径有：①直接传染、性交传染。②间接传染，通过公共浴池、浴盆、浴巾、游泳池、厕所、衣物、器械及敷料等途径。念珠菌可存在于人的口腔、肠道、阴道粘膜而不引起症状，当局部环境适合时发病，三个部位的念珠菌可相互感染。糖尿病患者或长期应用广谱抗生素者更易得病。化脓性细菌感染则大多由阴道手术创伤所致。

预防　大力宣传卫生知识，健全妇幼保健网组织，定期开展妇女病普查，及时治疗，消灭传染源，严格卫生管理制度，禁止阴道炎者进入游泳池及公共浴池，提倡淋浴，浴具定期消毒并避免互相借用。公共厕所的坐式便桶应改为蹲式，以免交叉感染，医疗单位的器械敷料应严密消毒，妇科门诊做到一人一单(用纸或塑料单都可)。手术注意无菌操作，患病期间禁止性交。

治疗　①滴虫性阴道炎，可口服甲硝唑(灭滴灵)或局部阴道用药，最常用的为滴维净，每晚一片置阴道深处，10 d为一疗程，反覆发作者，夫妇同治。②霉菌性阴道炎，可用制霉菌素 10 万U，每晚阴道塞药一次，10 d为一疗程，外阴部可涂以克霉唑或咪康唑软膏，顽固病例，则同时口服制霉菌素，以消灭肠道霉菌，并注意有否糖尿病。③嗜血杆菌阴道炎，治疗则同滴虫性阴道炎。④化脓性阴道炎，可根据细菌培养选用抗生素。

宫颈炎　子宫颈炎是女性生殖器炎症中最常见的一种，乃宫颈受损伤后病原体侵袭而致。致病的因素有分娩、流产、手术创伤、性交、化学物质的刺激等。病原体为细菌、原虫、病毒。一般很少见急性过程的表现，临床所见大多为慢性，因宫颈粘膜皱褶多，病原体潜藏于此，感染不易彻底清除，往往经久不愈。

预防　①做好计划生育：分娩、流产是宫颈炎的主要诱因，应做好避孕措施，减少人工流产，这是预防的重要一环。②提高产科质量：尽量避免滞产及第二产程延长，减少宫颈的损伤，有宫颈裂伤者，应及时缝合。③手术必须严格遵守无菌操作，器械必须严格消毒。④避免阴道内过度刺激，无论冲洗或用药，药液浓度应适当，避免强酸、强碱或腐蚀性药物。

治疗　①急性阴道炎伴发急性宫颈炎，一般在阴道用药后宫颈炎也随之痊愈，化脓菌所致的急性宫颈炎，都发生在分娩或流产后，可根据宫颈分泌物的细菌培养结果，选用适当的抗生素，以肌注为宜。慢性宫颈炎的药物治疗有多种，疗效较好的有硝酸银和铬酸液等。②物理疗法只适用于慢性宫颈炎，有电凝透热液、氮冷冻和激光等治疗方法。③手术治疗时由于出血及感染等并发症较多，现已很少应用。

子宫内膜炎及子宫肌炎　多见于分娩、流产或手术后，致病菌沿胎盘附着创面入侵，延及蜕膜，称子宫内膜炎。如局限于蜕膜，则感染的蜕膜于数日内开始脱落，形成多量有臭气的血性恶露，如感染侵入肌层，则成为子宫肌炎，严重者可在肌壁间形成多个脓肿。感染的诱因有：①妊娠后期性交。②不注意阴部卫生。③胎膜早破，破膜时间愈长，发生的机会愈多。④分娩前或分娩时多次的阴道操作，如阴道检查、产钳助产等。⑤产道损伤。⑥一般情况差，如营养不良、贫血等。

预防　①注意经期卫生：保持阴部清洁，使用消毒的月经纸，月经期不宜盆浴、性交，亦不宜作阴道检查，切实执行"月经期调干不调湿"的原则，避免下水作业。②做好孕期保健：宣传孕期卫生知识，妊娠早期及后期避免性生活。③提高产科质量：避免滞产、急产(未消毒情况下分娩)。胎膜破后 6 h不分娩者，给予抗生素预防感染，严格掌握阴道检查指征，避免不必要的阴道检查。④提高手术质量：流产、妇科手术、产科手术必须严格掌握指征，做好术前准备，术时注意无菌操作。⑤做好产褥期卫生：用消毒的会阴垫布(纸)，外阴每日用消毒液擦洗，但禁止阴道冲洗，注意恶露的性质，如有臭气，及早应用抗生素治疗，采取半卧位式以利引流，产褥期间禁止性生活。

治疗　①子宫内膜炎可根据宫腔细菌培养，药物敏感试验结果选用抗生素，或用中药以清热解毒、活血化瘀为原则，子宫内膜炎一般都能得到控制。②对子宫肌炎除积极应用抗生素及中药外，下腹部外敷大黄芒硝也有一定疗效，如肌层中有多个脓肿，炎症不能控制时，则应切除子宫

附件炎　附件炎是指输卵管炎、卵巢炎或输卵管卵巢炎，临床很难区别，故以附件炎统称。急性附件炎多见于流产后及分娩后，病因同子宫内膜炎，慢性附件炎则多由急性附件炎未彻底治愈所致，病情较顽固，当机体抵抗力差时常有急性发作。

预防　同子宫内膜炎、子宫肌炎。

治疗　①急性附件炎应根据药物敏感试验选用抗生素，如病原菌不详，则选用广谱抗生素，给药途径以静脉滴注见效较快。抗生素应用要求足量，在炎症控制后，继续给药 10 d，力求彻底，以免形成慢性。亦可同时给以清热解毒中药。药物治疗无效或有脓肿形成，体温持续不降，则可考虑手术治疗，切除患病附件或全子宫双侧附件同时切除。手术范围根据病变程度、患者年龄及一般情况全面考虑，年轻妇女原则上应保留子宫及一侧附件，对极度衰弱的危重病人或不能耐受较大手术者，可根据脓肿的部位，经阴道或腹部切开引流，情况好转后再作进一步处理。急性附件炎病程中，如突然腹痛加剧、高热寒战、腹胀拒按或有中毒性休克表现，应怀疑有脓肿破裂，需立即剖腹探查，切除病变附件。②慢性附件炎，单一疗法效果较差，一般都采用综合治疗，首先解除病人的思想顾虑，增强治病信心。增加营养，适当锻炼身体，活血化瘀为主或以红藤、败酱草、鸭跖草、地丁等浓煎，然后在温热时保留灌肠，也可用抗生素或用短波、超短波、离子透入、蜡疗等物理治疗。有包块反覆发作者宜手术治疗。手术宜彻底，以免遗留病灶成为复发的机会

盆腔炎 是附件、盆腔结缔组织、盆腔腹膜等部位炎症的总体，预防治疗同附件炎。

生殖系结核 生殖系结核中，以输卵管结核最多见，占生殖系结核的85%—95%，其次为子宫内膜结核，再次为盆腔腹膜及卵巢结核，宫颈结核少见。生殖系结核是全身结核的一个表现，多继发于肺结核、肾结核或肠结核的血行播散，上行感染极为罕见。多数患者在发现生殖系结核时，其原发病灶已愈。

预防 加强防痨宣教工作。婴幼儿接种卡介苗，定期做好普查结核病的工作；积极治疗初发结核病变，做好结核病人的月经及分泌物的消毒隔离，以免病菌传播。

治疗 ①一般支持治疗：急性病人至少休息3个月，慢性病人可从事部分工作和学习，但注意劳逸结合，加强营养，可适当参加体育活动，以增强体质。②药物治疗：第一线药物有链霉素、异烟肼和对氨基水杨酸钠，链霉素毒性较大，可致耳聋，用药过程应予注意。第二线药物有利福平、乙胺丁醇等，患肝病及孕3个月内忌用利福平，肝病及球后神经炎者忌用乙胺丁醇。用药原则：临床表现为活动期时，2—3种抗痨药联合应用；生殖系结核已稳定者，可口服异烟肼一年；对第一线药产生耐药或因严重反应不能连续应用时，可选用第二线药物。③手术治疗：药物治疗无效或有反覆发作、久不愈合的结核瘘管可行手术治疗，术前应用抗痨药1—2月，术后继续用药6—12月，手术范围以全子宫及两侧附件切除为宜。

常见妇科肿瘤

良性肿瘤以子宫肌瘤最多见，恶性肿瘤以子宫颈癌、子宫内膜癌及卵巢癌为多见。

子宫肌瘤 病因不清，但其生长速度可能与雌激素有关，雌激素水平高时生长快，雌激素水平低落时，肌瘤退缩，但不能消失。

预防 无特殊措施，已有肌瘤者，雌激素慎用。

治疗 ①年近绝经、肌瘤不大、无症状，可定期观察随访。肌瘤不大，有月经过多等症状，可用丙酸睾丸酮25 mg，每周一次，肌注；经期每日一次，共三次，每月用量不超过300 mg。肌瘤较大、症状明显或药物治疗无效者，可考虑手术治疗。粘膜下子宫肌瘤已脱出宫颈口外，可经阴道手术将肌瘤摘除。②年轻未育妇女，可经腹部作肌瘤剥出术，保留子宫，年纪较大已有生育者，可行全子宫或次全子宫切除术。

子宫颈癌 又称宫颈癌，其流行病学及病因学至今尚未完全明瞭，根据国内有关发病因素的36个项目，进行了宫颈癌患者与健康人、高发地区与低发地区的配对病因调查，调查表明，诸因素中以性因素（结婚3次以上，本人性生活紊乱）、丈夫包皮垢、宫颈糜烂三因素的相对危险性较大，三个因素的综合相对危险度为11.2，有非常显著统计学意义。

预防 ①根据普查病因探讨的资料，提出预防措施，主要为广泛、深入地开展卫生宣教，普及防癌知识，改变不良的性卫生习惯，提倡良好的社会风尚，消除性因素的干扰。②开展宫颈癌预防和阻断，大力抓好三道防线的工作，第一要抓好宫颈炎、糜烂、息肉、白斑的防治工作；第二要抓好癌前期病变，即不典型增生的治疗和随访工作；第三要抓好宫颈癌的早期诊断与早期治疗。③坚持定期开展普查普治工作，妇科门诊病人已婚者应一律作防癌检查。

治疗 宫颈原位癌可行全子宫及双侧附件切除术，年轻未生育者可考虑保守性治疗，如宫颈锥切、电凝透热、激光治疗等方法，以消除宫颈病变，而保留生理生殖功能。Ia期癌可行扩大全子宫及双附件切除，年轻者可考虑保留卵巢。Ib及IIa期癌可行广泛性全子宫及双附件切除术，并作盆腔淋巴结清除术。IIb以上各期癌可行体外及腔内联合放射治疗。宫颈腺癌因对放射不敏感，故尽可能行手术治疗。

子宫体癌 子宫体癌中，90%以上为内膜腺癌，其他如腺鳞癌、棘腺癌、鳞癌占少数。子宫体癌的病因尚不清楚，临床观察有一些相关因素，多发于绝经以后，高峰年龄在55—60岁，约1/4为未婚或不育者。有资料报道子宫体癌常伴有肥胖症、高血压、糖尿病，但尚未证实其确切关系，近年来认为是由于子宫内膜长期被雌激素刺激而无孕激素抗衡作用所致。绝经以后的妇女，卵巢虽已基本停止产生雌激素，但可产生雄激素，其与肾上腺皮质所产生的雄激素，尤其是雄烯二酮在周围组织（脂肪、皮肤等）中芳香化而转为雌酮，可对子宫内膜呈持续刺激作用，使之成为腺瘤型增生过长或不典型增生过长，最后癌变。这也见于年轻妇女患多囊卵巢综合征或颗粒细胞瘤者，因长期不排卵，发生子宫体癌的机会也增多。其他如放射线、遗传因素等尚无明确定论。

预防 ①广泛开展防癌宣传和普查，加强妇女卫生宣教；凡有不规则阴道流血者，应及早作宫颈管及子宫内膜检查，发现有癌前期病变时，可作预防性子宫切除，年轻未育者可先试用孕激素加抗雌激素药物治疗。②严格掌握雌激素的应用；近绝经期或绝经后妇女，不应滥用雌激素，必要时应以短期、间断和小剂量给药为宜，也可以雌激素加孕激素作周期治疗，则癌变机会可以减少。③严密监视高危因素：长期无排卵、肝病、肥胖、绝经后、有家族肿瘤史等，应予特别注意，出现阴道流血，须立即进一步检查，明确诊断。

治疗 手术治疗是子宫体癌首选的治疗方法，I期癌的手术范围为全子宫及双侧附件切除，术后病理检查有淋巴结转移或癌肿侵入深肌层者，加用术后放射治疗。II—III期癌则作广泛性子宫及双附件切除，并清扫盆腔淋巴结，术后有淋巴结转移或有癌组织残留者，加用放射治疗。I、II期癌亦可先行腔内镭疗后行全子宫及附件切除。晚期癌无法手术者，可行单纯放射治疗，以后再根据

情况考虑能否手术。激素治疗适用于年轻妇女或晚期不能手术者，常用药物为已酸孕酮、三苯氧胺。一般用药6—8周后作一次内膜检查，观察是否已转变为正常，如应用半年无效者，应手术治疗。

卵巢癌 卵巢癌的病因不清，早期时又无症状，故防治的重点在于早期发现，早期治疗。

预防 ①卵巢囊性肿块直径大于5 cm，实质性肿块不论大小，均应及时手术治疗，育龄妇女囊块虽小于5 cm，观察2个月未消退者亦需手术切除。②初潮前及绝经后发现的卵巢囊性或实质性肿块，均应视为卵巢肿瘤，须手术治疗。③盆腔内发现结节性病变，妇科检查无法鉴别是恶性肿瘤的播散、内膜异位症或盆腔结核时，则须剖腹探查或于腹腔镜下活组织检查，以明确诊断。④有子宫内膜增生过长者或有雌激素或雄激素过多的临床表现者，应考虑有否卵巢功能性肿瘤，及时查明。

治疗 卵巢癌以手术治疗为主，化疗及放疗作为辅助治疗。①Ia期癌、交界型癌且年龄较大者可行全子宫及双侧附件切除术；年轻未生育且欲保留生育功能者，如肿瘤表面光滑、无粘连、腹腔灌洗液癌细胞阴性、子宫直肠凹陷腹膜活组织检查阴性、对侧卵巢检查无癌证据者，可考虑只切除肿瘤侧附件，子宫及对侧卵巢保留。但如内胚窦瘤、恶性畸胎瘤等恶性程度较高的肿瘤，仍以切除子宫及双侧附件为宜。②Ib以上各期，行全子宫及双侧附件切除，并尽可能切除播散的病灶，使残留癌组织减少到最低程度，术后辅以化疗或放疗。③晚期癌无法行手术切除者，先行积极的化疗，以后待情况缓解后，再考虑是否可行手术。④术后化疗2年，症状体征消失，可行第二次剖腹探查，以决定继续或停止治疗。

子宫脱垂

子宫从正常位置沿阴道下降，子宫颈外口达坐骨棘水平以下甚至整个子宫全部脱出阴道口之外，称为子宫脱垂(prolapse of uterus)。引起子宫脱垂的主要原因有分娩损伤、体质因素及超负荷劳动三个方面。

(1) 分娩损伤：是指在分娩过程中，产道的膨胀超过其能耐受的限度，组织将因松弛、缺乏张力而不能完全恢复，或由于盆底肌肉筋膜或会阴体的裂伤，使生殖道失去有力的支持，以后如遇长期腹压增高或超负荷劳动，即可发生子宫脱垂。

(2) 体质因素：包括先天性盆底结构薄弱及后天的营养不良及慢性病所致的体质虚弱。先天性子宫脱垂较少见，往往见于年青的未生育妇女，且多伴发胃下垂、肾下垂等。后天体质虚弱多与经济条件差、营养不良或老年妇女伴慢性支气管炎、习惯性便秘、哮喘等症有关。

(3) 超负荷劳动：必然使腹压增高，尤其在肩挑、举重、长期站立、蹲位工作等时。此外，长期咳嗽、便秘可使腹压反覆升高。腹水、腹内肿瘤等使腹腔容积异常，也可使腹压升高。产后松弛的组织未恢复正常以前，过早参加劳动。这些都是促使子宫脱垂的因素。

预防 加强妇幼保健网的组织管理，提高妇幼保健工作水平。认真做好计划生育工作。早婚早育的妇女，生殖器官的发育未完善，难产的机会增加，子宫脱垂的机会也增加；生育过多过密，盆底组织松弛，也增加子宫脱垂的发生机会。加强妇女劳动保护，严格执行劳动部颁布的《关于装卸、搬运作业劳动条件的规定》(草案)(见"职业因素与妇女健康"条)。由于男女体质上的差异，在安排劳动时，应男女分开，制定不同的劳动定额指标。加强孕期保健，妊娠7个月以后，不宜做蹲位、弯腰、肩挑、攀高等劳动，妊娠末期不宜参加重体力劳动，中国规定的产假休息制度中，要求产妇产前休息2周，产后休息6周，不宜全并在产后休息。正确处理分娩，因产程愈长，子宫脱垂的发生率愈高，产道损伤的机会愈多。因此，正确处理各产程，防止产伤，是预防子宫脱垂的重要环节。做好产褥期保健，产褥期参加重体力劳动是子宫脱垂的主要因素之一，故产褥期应适当休息，并进行一些保健体操锻炼，可以增强腹肌及盆底肌的张力。哺乳期不应过长，不宜超过1年，长期哺乳，卵巢功能处于低落状态，子宫支持组织变得软弱。中国农村存在长期哺乳的习惯，应予纠正。老年妇女容易发生子宫脱垂，主要是激素水平低落后的子宫支持结构软弱所致。因此，更年期，老年期妇女要加强锻炼，进行适当的身体锻炼及提肛肌运动锻炼，可防止子宫脱垂。

治疗 (1)子宫托：是治疗子宫脱垂的一种简单的方法，用后子宫能维持在盆腔内，国内使用的子宫托有环形、喇叭形、球形等多种，大多用聚乙烯塑料制成，其作用原理是子宫托掩盖了已扩大的提肛肌裂隙，使子宫不能由该裂隙脱出。子宫托有大、中、小不同的规格，根据阴道的宽度配用；

(2) 手术治疗：子宫脱垂的手术方法很多，但目的相似，即缩短主韧带，切除肥大及延长了的宫颈、改进提肛肌的功能、加强盆底筋膜的紧张度、纠正异常的子宫倾斜度。常用的有下列几种：①阴道前后壁修补术：适用于I、II度子宫脱垂伴阴道前后壁膨出者，有宫颈延长者不适用。②阴道前后壁修补及子宫颈切除术：适用于II、III度子宫脱垂伴宫颈延长者。③经阴道全子宫切除及阴道前后壁修补术：适用于II、III度子宫脱垂或伴子宫颈良性病变者。④阴道中隔形成术：适用于年老体弱、不能耐受较复杂手术、且宫颈无恶性病变者。

妇女病普查普治

为了搞清许多严重影响妇女身心健康的常见病及多发病的流行情况，早期发现，及时治疗和预防，各省市曾进行大规模的妇女病普查普治，解放初期对子宫脱垂、尿瘘两病，近年来又有子宫颈癌、滋养细胞疾病、妊娠高血

压综合征等的普查工作，并取得了很大的成绩。

1981 年报道中国有子宫脱垂患者约 200 万例，已治疗约 130 万人，占总数的 60%。宫颈癌普查使早期病例的发现率大大提高，晚期癌的比例明显下降。如上海医科大学妇产科医院 1953—1957 年早期癌与浸润癌的收治率各为 9.9%和 90%；1963—1967 年间各为 30.2%和 69.8%；1973—1977 年间进一步为 79.4%和 20.6%，说明普查使早期癌及时得到治疗，明显地降低了宫颈癌的死亡率。又如上海纺织工业局第二医院对该院所属 50 个劳保工厂的在职和退休女工普查，1958—1977 年间，早期癌患病率从原来的 136.09/10 万下降到 9.49/10 万；浸润癌从 112.5/10 万下降到 0。又如国内宫颈癌高发区的江西靖安县，连续坚持对全县 2 万多已婚妇女每两年进行一次普查，宫颈癌的死亡率由 1974 年 39.3/10 万到 1989 年已下降了 77%。普查不但使晚期癌的发生率及死亡率显著下降，在全国范围内查清了某些高发地区的流行因素，为今后的防治工作明确了重点。

1979 年全国 23 个省、市、自治区 300 多个妇幼保健单位进行了葡萄胎的调查，共调查 2 023 621 名 30 岁以上的已婚妇女，发病最高的是江西省（535/10 万），最低的是山西省（125/10 万）。以千次妊娠计算，最高的是浙江省（1.39‰）和江西省（1.37‰），最低的为山西省（0.29‰）。普查摸清了发病的地理差别、民族差别，找到了高发区及一些与发病有关的线索，为今后研究发病因素和防治方法打下了基础，此外，还纠正了过去对中国葡萄胎发生率的错误概念。

妇女病普查 随着科学技术的发展，疾病的普查除了要考虑早诊早治外，还要考虑其花费和效益。在选择普查疾病时应考虑该病是否是危害当地妇女健康的重要问题；对所发现的病人能否接受治疗，诊治的条件如何；该病有无识别潜隐期和早期的有效方法；检测的方法是否能为普查对象所接受；投资和效益是否合理；有无一个长期、持续的普查计划。

确定普查疾病后，要确定普查对象。像宫颈癌在中国主张对 30 岁以上已婚妇女进行普查。进一步确定普查时间间隔、普查终止年龄和普查次数。

组织领导 在地区卫生部门的领导下，由妇幼保健院或相应机构组成领导班子。任务是制订普查普治计划，人力、物力的准备和支配，对下一级机构分配任务，并负责督促和检查。下一级的领导班子由妇幼保健所，或相应机构共同组成，组织人力，准备普查器材物品，协调基层单位的工作。

普查队 是具体进行普查的实体，由有一定临床经验的妇产科医生、检验工作人员、后勤人员及受检单位医务人员组成。安排具体的普查日程，选定普查场所，负责解决在组织发动和普查中出现的问题，并将普查所得资料分档汇总上报。

确定应查范围 普查前了解全区自然人口数，然后按基本相等人口数或按村镇划分为小区，每年普查几个小区，要求在若干年内普查一次。普查前，确定 25 岁以上的已婚妇女为应检对象的人数，受检单位有关部门应配合小分队做好受检者的登记工作，对因事未能受检者，安排补查工作。

普查前的组织发动 普查前召开受检区的街道、村镇妇女干部会议，宣传普查普治对保障妇女健康、促进生产的关系，保证普查工作的顺利进行。农村可选择农闲时进行，工厂、街道则根据普查与生产两不误的原则进行具体安排。

普查人员的培训 在初次开展普查的地区，应先就普查普治的知识、普查的技术、阴道细胞学的知识、资料的分析和统计等培训一支骨干队伍。时间以 2—3 周为宜。妇科检查开始时仍应由有临床经验的医生带领，阴道细胞学检查应由经验丰富者把关。

普查的步骤 一般分询问病史和填写记录卡、妇科检查及实验室检查。病史部分除一般项目外，应记录月经、婚姻、生育史、避孕绝育情况、既往史、家族肿瘤史。妇科检查应该系统全面，实验室检查包括白带及细胞学结果。所有结果应在普查结束时分类总结，需要会诊者亦应至有关部门或医院进一步诊治。

妇女病普查内容 普查内容主要包括内外生殖器及盆腔的疾病，亦有将乳房包括在内者，但未有统一意见。

(1) 外阴：注意外阴的形态、赘生物及色素的改变。老年妇女或长期闭经者及性腺发育不全者常有阴唇萎缩或发育不良。阴蒂肥大、阴毛浓密者常是内分泌的疾患，如肾上腺皮质增生症、多囊卵巢综合征或两性畸形。外阴皮肤的色素改变最常见的是白色病变，主要是增生性营养不良或硬化性苔藓，如伴有皲裂、溃疡，则需警惕有癌变。红色病变常见的是慢性皮炎或柏哲（Paget）病；黑色病变则为黑痣或黑色素瘤。外阴部的赘生物以女阴癌多见，其他如乳头状瘤、尖头湿疣、肌瘤、脂肪瘤、汗腺瘤等必须采用辅助诊断加以确诊。

(2) 前庭：前庭是处女膜外小阴唇内的部位，有尿道及阴道二个孔道的出口，并有前庭大腺及尿道旁腺的开口。形态异常多见的是处女膜无孔，由于阴道无出口，经血积聚使前庭鼓出或呈浅紫色。老年妇女尿道口常有一圈红色的粘膜脱垂或如息肉状的尿道肉阜。前庭的腺体可因炎症而形成脓肿，慢性时成囊肿，也可癌变而成实质性肿块。

(3) 阴道：形态方面注意有否畸形，最常见的是双阴道、阴道不全纵隔或横膈、先天性无阴道。粘膜面注意有否充血、炎症，粘膜充血有红色小颗粒常是滴虫感染，有白色膜状物常是念珠菌感染，粘膜面有绒毛状凸起，易触血者常为阴道癌。阴道壁松弛膨出者，在前壁为膀胱膨出或尿道膨出；在后壁为直肠膨出或肠膨出。阴道壁有菲薄囊壁凸出者常为中肾管残迹囊肿。有紫色结节者常为滋养细胞疾患的转移灶。穹隆部有坏死组织者须警惕宫颈

癌的蔓延。此外，注意白带的性质。脓性白带常为宫颈炎或阴道炎，白带中混有泡沫者多为滴虫感染，乳块状者多为霉菌感染，水样白带要注意输卵管癌或泌尿生殖道瘘，脓血性白带要警惕癌症或阿米巴感染。

（4）子宫颈：常见的宫颈畸形为双宫颈，多与双子宫同时存在。肥大的宫颈表示慢性炎症刺激结缔组织增生的结果。过小的宫颈表示子宫发育不良。宫颈粘膜外翻、颈口形态不规则是产伤的结果。宫颈糜烂是普查中最多遇到的。围绕宫颈一圈红色的柱状上皮中，可有微小的颗粒或小乳头，糜烂愈合后，表面覆盖鳞状上皮区可有大小不等的透亮小囊肿，乃腺体口被封闭，分泌的粘液积聚所形成。子宫颈癌是普查工作的重点。故凡宫颈有溃疡、触血、坏死性凹陷、乳头状或菜花状增生，都要警惕宫颈癌的可能，但早期宫颈癌与糜烂肉眼不易区别，甚至是粘膜完全光滑的。因此，每个受检者都要进行宫颈刮片的细胞学检查。

（5）子宫体：宫体不能见到，只能通过双合诊或三合诊检查其形态、大小、位置、活动度及邻近器官的关系来判断。增大而表面高低不平或形态不规则的多为子宫肌瘤，均匀增大而质软者，首先要除外早期妊娠，质硬者可能为腺肌病或肌层肥厚。子宫上部分叉成两个块物者可能是双子宫畸形，底部凹陷者可能是鞍状子宫。子宫内膜癌亦是普查的重点，但内膜癌的子宫大小不一，故必须结合病史，进行诊断性刮宫检查，阴道脱落细胞检出率不高，故一般不用。

（6）附件：附件是指输卵管与卵巢，有病变时常粘在一起，不易区分。正常情况时，妇科检查不易触到。普查的重点是附件有无肿块，如有肿块，大多属于异常情况。炎症、子宫内膜异位、良性或恶性肿瘤，都可以肿块的形式表现，临床上根据肿块的大小、有否压痛、表面的光滑度、囊性还是实质、活动还是固定等分析，得出初步诊断，确诊还需依靠其他辅助诊断方法。如B超、子宫输卵管碘油造影、腹腔镜等。

（7）盆腔：盆腔的检查要注意三点，盆腔内有否液体（血液或腹水），有血液时阴道后穹窿饱满感，触痛明显，移动宫颈或子宫时有剧痛，腹水则无痛，但可感到子宫的浮动感。其次是盆腔内有否结节，结节常存在于子宫内膜异位症、盆腔结核或附件的恶性肿瘤等三种情况。此外，查盆腔结缔组织有否增厚，增厚多见于结缔组织炎或恶性肿瘤的浸润。

（8）乳房：普查的要点是乳腺癌的体征，注意乳房的轮廓是否对称，有否肿块（硬度、大小、能否推动）、皮肤的色泽、乳头有无溢液等。

妇女病的普治和随访 普治可分为三类：①可在基层卫生机构治疗。②需转院治疗。③暂时不治疗，需定期随访观察。急慢性外阴炎、无不典型增生的女阴皮肤营养不良、硬化性苔藓、阴道的原虫病（滴虫、阿米巴）、阴道的霉菌病、急慢性宫颈炎、轻度子宫脱垂（用子宫托）、子宫肌瘤保守性治疗者、急慢性附件炎、盆腔结缔组织炎等均可在基层医疗机构治疗。需会诊明确诊断后再决定治疗的有细胞学检查可疑者，需进一步会诊或重复检查明确诊断；细胞学检查癌细胞阳性者，亦需行活组织检查确诊后，再根据期别制定治疗方案；子宫增大原因不明，则需行诊断性刮宫术以排除或肯定某些疾病后，再决定处理方针；盆腔的肿块性质不明者，则需B超或腹腔镜检，明确诊断及临床期别后，视当地的具体技术条件，有的可在当地治疗，有的则需转院治疗。如无症状，或小的子宫肌瘤、直径5 cm以下的附件囊肿、细胞学检查II级涂片者，可在随访中观察其变化，子宫肌瘤可能长期保持不变则可不必手术，附件的小囊肿可能是生理性的卵泡囊肿或黄体囊肿，经过一段时间后可能自行消退，宫颈涂片II级可能是炎症刺激所致，消炎后会恢复正常。

具体治疗方法见“女性生殖器炎症”、“常见妇科肿瘤”等条目。

普查普治结束后，资料需加以整理分析，制成统计图或表。对须随访的病例，则可以另立随访卡，填写普查的结果及随访的重点要求等。随访卡的编号应与原普查编号相同，以便必要时查阅，并注明患者的休息日，以便不影响劳动生产。

随访工作由基层单位负责，最好能指定专人负责，分片包下，这样可避免遗漏，检查内容前后的比较也较可靠。

随访的内容是多方面的，常见的是涂片细胞学检查可疑而活组织检查阴性，则需定期进行阴道检查及宫颈刮片检查，一般2—3月随访一次，如随访涂片一年内皆为阴性，则以后可改为半年随访一次。如涂片持续可疑，则应转院再作详细的检查，如阴道镜下活组织检查或锥切检查，直至否定或肯定为止。又如阴道的异常流血（最常见的是绝经后流血），诊断性刮宫未能肯定诊断，亦须进行定期随访，如病人不再有流血，妇科检查亦无异常，随访仍须持续一年，如随访中仍有流血，则转院进一步详细检查，又如盆腔内小于5 cm直径的囊块，随访检查中囊块消失，则为生理性囊肿，如囊肿既无增大又不消失，则持续定期随访。如囊肿增大，则手术切除。又如滴虫、霉菌性阴道感染，治疗后常易复发，须定期随访，故于每次月经后作白带检查，三次月经后检查阴性者作治愈计，停止随访。如有反覆发作者，则夫妇双方同治，一般可治愈，霉菌感染可同时用口服药与阴道药，疗效不错。

恶性肿瘤治疗后，其随访时间是终身的，一般负责治疗的医院也有随访制度，嘱患者按期随访，基层负责随访者，有责任督促患者定期去院随访，若治疗医院无随访制度，则基层负责随访者应与治疗医院取得联系，了解情况及随访要求，负责随访检查或督促患者去院随访。

每次随访情况，应记录于随访卡上，放弃随访者，应注明理由，如治愈、死亡、迁移。死亡应记录死亡日期、死因。迁移者应记录迁移地址，并移交给迁移地区的基层

医疗机构，继续随访。

职业因素与妇女健康

保护妇女健康是中国一贯的政策，由于妇女的生理特点，某些职业因素对妇女健康具有较大的或特殊的影响，这些职业因素有生产性毒物、物理因素、负重作业和体位等。因此，应特别重视妇女的劳动卫生和劳动保护问题。

生产性毒物对妇女的影响 一般情况下，生产性毒物引起中毒的危险性没有性别差异，但经皮肤进入机体的毒物，侵犯造血系统及肝脏的毒物，女性则较男性为敏感，尤在经期、孕期、绝经期由于生理功能的变化，对毒物的敏感性增高。

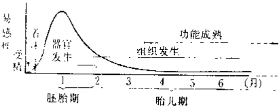
毒物对女性生殖功能的影响 月经功能障碍是化学毒物作用于女性机体时常见的现象。但此种现象往往是暂时的，停止接触后可逐渐恢复。女工接触苯、甲苯、二甲苯、汽油、二硫化碳、三硝基甲苯等生产性毒物，可出现月经过多综合征，表现为月经量多，经期相对延长。接触铅、无机汞、己内酰胺、三氯乙烯等生产性毒物，则可出现月经过少综合征，月经量少而稀，周期延长甚至闭经。毒物引起的月经功能障碍，可因毒物直接作用于卵巢，影响到卵泡的发育成熟；也可因毒物作用影响到下丘脑的生物代谢，使垂体促性腺激素的活性改变，因而影响到卵巢功能；有时也可能是慢性中毒的一种表现。

甾体化合物可通过下丘脑和脑垂体抑制排卵，使促卵泡成熟激素(FSH)和促黄体生成激素(LH)水平降低，并影响卵巢对促性腺激素刺激的反应，使黄体不能形成，卵泡发育受阻。二硫化碳可影响性腺或生殖细胞，从而导致月经异常、不孕、自然流产、早产，甚至胎儿发育异常，出现先天性缺陷。接触氯乙烯、三氯乙烯、二硫化碳的女工，发生妊娠毒血症的机会较为多见。

毒物对胚胎的影响 某些化学物在一定剂量时仅引起胚胎(或胎儿)中毒，这一特性称为胚胎毒性，它可有四种表现形式：胚胎死亡、胚胎生长迟缓、胎儿畸形或胎儿功能不全。绝大多数具有生物活性的化学物，在不引起母体中毒条件下，可对胚胎产生毒作用，但一般不造成畸胎，因此具有胚胎毒性的化学物并非都是致畸原。

生产性毒物在胚胎发育各阶段所产生的后果不同：在胚胎前期，职业性物理或化学因素可引起胚芽死亡；在胚胎期(受精后第4—9周左右)，由于主要器官系统正在形成，此时对致畸因素的敏感性最强，易引起畸胎；在胎儿期(自妊娠第3个月初至妊娠结束)，组织分化尚在继续，又处于功能成熟阶段，因此毒物可引起不明显的结构缺陷，以及器官功能不全。

在人类中除反应停、环磷酰胺、孕酮等的致畸作用已肯定或较为肯定外，大多数化学物的作用尚在研究中，故孕妇不应滥用药物，需用时应严格控制剂量，并尽量减少或避免在早孕期接触致畸化学物。



人胚胎各个发育阶段对致畸因素的敏感性

生产性毒物对胎盘的影响 一些化学物质及其代谢产物可通过胎盘到达胎儿发生毒性作用，或可影响胎盘功能，使氧和其他营养物质转运受阻，造成胎儿发育障碍，例如有机汞可经胎盘转移，使接触甲基汞的母亲所生婴儿出现脑性麻痹、精神迟钝、痴呆等。有600多种化学物可通过胎盘屏障转移。研究较多的有铅、汞、镉、砷、二硫化碳、苯、汽油、农药等。据报道：母血中铅含量与乳汁和脐血中呈相关，当100 g母血中铅含量为1 mg时，母尿和初生儿尿中均为1 mg/L；有机氯农药可透过胎盘，到达胎儿体内，显示明显的蓄积作用。

化学物经胎盘转运吸收后，可在胎儿体内检出一定量的含量。

生产性毒物对妊娠结局的影响 动物实验表明，妊娠前和妊娠时投与某些化学物，对后代可引起不良影响，如死胎增多、仔鼠生活能力降低。印度曾发现在流产妇女中，其血液中有机氯含量比正常足月产妇女血及胎盘中高3～18倍，表明对妊娠结局有一定影响。

生产性物理因素对妇女的影响 与妇女健康有关的生产性物理因素包括电离辐射、某些非电离辐射、噪声振动、不良气象条件等。

电离辐射对胚胎发生及胎儿发育的影响早已肯定。小剂量长期作用可引起生殖细胞基因突变，一次大剂量可引起染色体畸变、性腺的不可逆损伤以及不孕等。由于胚胎细胞对射线的感受性较发育成熟的机体为强，所以射线直接照射发育中的胚胎可引起先天性缺陷症，有时低剂量往往未对母亲造成任何影响，却能造成胚胎或胎儿的器质性损伤，这一情况已在日本广岛和长崎原子弹爆炸后诞生的婴儿中观察到。即使治疗剂量的照射，有时也可对出生前胚胎的发育造成影响。根据受照剂量和时间，引起胎儿畸形或流产。因此为保护妇女及第二代健康，孕妇应暂时停止接触放射性的工作，乳母的每年内照射剂量要求低于职业性放射性工作人员最大容许剂量当量的3/10，并不得接受应急照射。

微波对女工生殖功能是否有直接影响迄今未有明确报道，但有人认为微波可引起月经周期改变、自发性流产增加和乳汁分泌减少，因例数较少，尚有待进一步的流行病学调查资料证实。

噪声对中枢神经系统有强烈刺激作用，能引起神经

衰弱综合征；植物神经功能失调，胃肠功能紊乱，妇女则尚可出现卵巢功能障碍、月经周期紊乱、血量改变、痛经等，但对生殖功能是否有影响，尚未肯定。全身性振动可影响盆腔内血液循环，使盆腔内脏器官淤血及炎症恶化，导致痛经、自发流产和分娩合并症的发生率增加。大振幅的冲击性全身振动对女性生殖器官的影响较为明显。

人体对不良气象条件的生理反应具有性别差异，女工长时间在高温条件下工作，可导致卵巢功能改变，雌激素活性下降，使月经周期延长。经期及孕期妇女对高温、热辐射的耐受力比平时低。故孕妇不宜从事高温作业。寒冷可引起子宫淤血，致白带增多，易发生痛经。

负重作业和体位对妇女的影响 负重作业是指在劳动中伴有搬举重物的体力作业，大多属于重体力劳动，其劳动强度和体力消耗较大。随着生产发展和工艺改进，目前很多负重作业已实现机械化和自动化，妇女从事此类作业和其他重体力劳动的现象日益减少，但在某些机械化程度较低的部门还存在着妇女从事强体力劳动的作业，例如小城市码头装卸搬运工作、陶瓷厂的成型或拣选工作、农业劳动等。

妇女由于其身体的解剖生理学特点，如长期从事负重和重体力劳动，首先，由于腹压增加，子宫、阴道等盆腔内器官被压迫而下垂，长期持续作用下，可造成内生殖器官移位，尤其在月经或妊娠时，子宫支持组织充血变软或分娩损伤后，子宫周围支持组织松弛，重体力劳动迫使子宫脱垂。根据中国1981年对12个省市不同职业妇女子宫脱垂患病率调查，以农村妇女最高，达4.35%，工人3.37%，而干部仅1.56%，其原因系与农村妇女挑担、提重以及产后过早从事重体力劳动等机会较多有关。实验证明，负重超过20 kg时，子宫颈下降，停止负重后可恢复到负重前位置。负重30 kg以上时，可出现明显的暂时性子宫下垂，停止负重后，需较长时间才能恢复。此外，长时间立位作业影响下肢静脉血回流，并可使腹压增高，盆腔淤血，导致月经不调、慢性盆腔炎的发生率增高。立位进行重体力劳动时，上述作用更突出，痛经及月经过多的发生率增高，且易发生流产、早产等。

长时间坐位的作业亦能影响下肢静脉血回流，使盆腔淤血，且可使盆底组织因缺乏锻炼而松弛、变软，易致产伤、痛经和盆腔炎症加剧。

中国劳动部于1956年曾制订《关于装卸、搬运作业劳动条件的规定》(草案)。其中规定：女工及年龄在16～18周岁的未成年工，其单人的负重量一般不超过25 kg，2人抬运的总重量不得超过50 kg。1988年7月国务院颁发了《女职工劳动保护规定》，其中规定：禁止安排女职工从事矿山井下和第四级体力劳动强度的劳动及其他女职工禁忌从事的劳动。第四级体力劳动强度指8 h工作日平均耗能值每人11 297 MJ(2 700 kcal)，劳动时间率为77%，即净劳动时间为370 min，相当于"很重"强度劳动。

为了减少操作体位的不良影响，连续作业时间不宜过长，应经常变换姿势，进行工间体操等以促进下肢血液循环。工作后热水洗澡也可改善下肢淤血状态，立位作业时不应穿高跟鞋，孕妇更应缩短立位工作时间和调离蹲位等工作岗位。

女工劳动保护

经期、孕期、产期、哺乳期是女工劳动保护的重点。女工劳动保护措施包括：①女工于月经期不应从事高空、装卸、搬运及接触冷水的作业，可临时安排其他工作。经期伴有明显症状的女工，应适当给以休息或减轻工作量。②怀孕女工应暂时调离以下作业：生产性毒物浓度超过国家卫生标准的作业环境及高温作业，接触强烈全身性振动的作业等。妊娠第18 d至3个月是致畸的敏感期，毒物对胚胎及胎儿的发育影响最大。因此，接触有致畸作用及胎盘毒作用物质的女工，在妊娠期应脱离接触。对从事繁重体力劳动，需长时间立位或巡回行走，或在作业中需频繁弯腰或攀高等工种的女工，于怀孕后期应减轻工作量或调换轻工作。怀孕女工不应延长工作时间和参加夜班工作。③国家规定妇女在产假中，应尽可能做到产前休息14 d。产假期满恢复工作时，要先安排一定时间的过渡性工作，使女工逐渐适应边工作边哺育婴儿，力求做到不影响乳汁分泌及母体健康。④在哺乳期，要保证女工有按国家规定的哺乳时间，并暂时脱离接触有毒物质的作业。工厂哺乳室应有必要的卫生设备，以保证女工在哺乳前换下工作服并将手洗净。

成年期保健

保健食品

保健食品(healthy diet)是指为保障作业人员身体健康而在工作时间内提供一定的足以补充营养的食品。

保健食品的供应原则 ①凡接触规定的几种有害物质的作业人员,在工作时间内供应一餐保健食品;保健食品只供应副食,在一般情况下不采取供应点心、糖果或饼干等食品。②各工种工人除了有特殊需要的营养素按下列的规定供给以外,其他各种营养素均按原中国预防医学科学院营养学系制订的《营养素供给量》供给。供给量按工人全日所需的各种营养素,在该餐保健食品中尽量供应较大的比例,以满足营养需要。

保健食品的分类 为了便于执行,把保健食品分为两类:①基本保健食品:供给接触有害物质而无特殊营养需要者,以保证其基本营养需要。②特殊保健食品:根据各工种对某些营养素的特殊需要规定,在基本保健食品的基础上再增加其特殊需要。

保健膳食的实施 (1)基本保健食品:①供给标准:一餐副食中应供给蛋白质14 g、钙100 mg、胡萝卜素1.5 mg、硫胺素0.1 mg、核黄素0.4 mg、尼克酸7 mg、抗坏血酸30 mg。②供给办法:该餐副食要达到上述营养素的量,一般需要肉类25 g、鱼类25 g、豆类25 g、蔬菜250 g(最好以叶菜、土豆及萝卜等根茎类与瓜茄类轮流搭配食用)。

(2) 特殊保健食品:①一号特殊保健食品:应补充蛋白质20—25 g,可选用肉类200 g、鱼类250 g、豆类200 g或豆制品250 g中的任一种。②二号特殊保健食品:应补充核黄素0.5—0.7 mg,可选用肝50 g、菠菜250 g或雪里红250 g;必要时也可采用核黄素片剂或相应食物补充。③三号特殊保健食品:应补充胡萝卜素2—3 mg或维生素A 480—720 μg RE;可选用肝50 g或绿叶菜200 g;必需时可采用鱼肝油丸来补充。④四号特殊保健食品:应补充抗坏血酸30—40 mg;可选用新鲜蔬菜200 g,必需时可采用抗坏血酸片剂来补充。⑤五号特殊保健食品:应补充硫胺素0.5—0.7 mg;可选用豆类100—200 g,必要时可采用硫胺素片剂来补充。⑥六号特殊保健食品:应补充钙300 mg,可选用豆类100 g或牛奶223 g(一瓶),必要时可采用骨粉或钙片补充。

各种作业人员的保健食品 有机磷作业人员应给基本保健食品加一号、二号及四号特殊保健食品。

放射线作业人员应给基本保健食品加一号、三号及四号特殊保健食品。

沥青作业人员应给基本保健食品加三号特殊保健食品。

氟化氢作业人员应给基本保健食品加三号、四号及六号特殊保健食品。

锑作业人员应给基本保健食品加四号及五号特殊保健食品。

汞作业人员应给基本保健食品加一号、四号及五号特殊保健食品。

锰作业人员应给基本保健食品。

高温作业人员应给基本保健食品加二号、三号及四号特殊保健食品。

酸、碱、氨气作业人员应给基本保健食品加三号特殊保健食品。

二氧化硫、二氧化氮作业人员应给基本保健食品。

在同时给两种以上保健食品时,若其中有同一食物,则按其中最高数量供给,不必按其总量供给。例如有机磷作业人员供应一号、二号及四号特殊保健食品,其中二号有菠菜250 g,四号又有叶菜200 g,则不必供应450 g蔬菜,仅需供应250 g菠菜即可;但如二号特殊保健食品按肝50 g或核黄素小米等供应,则四号特殊保健食品仍需供给叶菜200 g。

高温作业人员营养

在高温环境中,人体受到高温和热辐射的影响,使体温调节、水盐代谢、消化系统和循环系统一些功能发生改变。蛋白质分解代谢增强,大量排汗,大量水分、钠和钾由体内丧失,引起血清钾浓度降低,水溶性维生素随汗液大量排出,消化液分泌减少,特别是胰液和肠液中消化酶减少,消化功能下降。因此对高温环境中作业人员的营养和膳食必须加以调整,使机体能更好地适合这个环境中的

生活和劳动。

补充水分和无机盐 高温条件下机体主要通过蒸发散热以调节体温，故劳动时每日出汗量可达6—8 L，甚至每小时可达4 L以上。在沙漠中生活或劳动，人体蒸发失水量可达每小时1.6 L，此时水需要量可增加6倍，因此必须首先注意水分的补充。补充数量可根据人的主观感觉和参照体重变化，保证每日从工作开始到结束时的体重较为接近。凡失水超过体重的2%而未经及时补充时，可影响工作效率。补充水分应小量多次进行，否则影响食欲，造成排汗加速。一般每天可补充12 L左右。

汗液中氯化钠浓度约为80 mmol/L，一般在高温情况生活或劳动，每日随同汗液排出氯化钠为25 g左右。机体损失氯化钠过多，食欲下降，并可引起痉挛，故应予补充。一般每日摄入总量应小于25—30 g，过高对机体不利。

通过排汗，尚有大量钾由体内丧失，机体缺钾易引起中暑。一般每升汗液中含钾5 mg。为提高机体对高温的耐受力，在每日排汗4 L时，应补充钾25—50 mmol（相当于1—2 g）。此外膳食中还应增加含钾较丰富的蔬菜、水果和各种豆类。

大量排汗尚能引起机体钙、镁和铁的损失，一般每升汗液含钙0.5 mmol，镁0.25 mmol。高温中生活、劳动的人员补充盐分时，不能单独补充氯化钠，必须注意体内电解质的全面平衡，有人建议采用下列成分的混合盐片，可参照其比例，加以补充：

钠	144 mg
钾	244 mg
钙	20 mg
镁	12 mg
柠檬酸根	445 mg
乳酸根	89 mg
氯离子(Cl^-)	266 mg
硫酸根	48 mg
磷酸根	119 mg
碳酸氢钾	2.5 g
柠檬酸	2.1 g

增加维生素 通过汗液有大量水溶性维生素排出，如抗坏血酸、硫胺素和核黄素等。每毫升汗液中抗坏血酸（维生素C）含量可达10μg，如每日排汗4—6 L，则有40—60 mg抗坏血酸通过汗液排出体外。抗坏血酸在体内参加许多氧化还原过程，动物试验中观察到，在43℃环境中豚鼠的肾、脑和脾中的还原型谷胱甘肽含量减少，而氧化型增高，间接证实体内正常氧化还原过程发生改变。为了弥补此种额外损失，对高温环境中生活、劳动的人员每日应供给维生素C 150—200 mg。

硫胺素（维生素B_1）和核黄素（维生素B_2）在汗液中都有一定含量，硫胺素每毫升可达0.14μg，每日排汗4—6 L时，则损失0.56—0.84 mg。故在高温环境中生活、劳动的人员，每日应供给硫胺素和核黄素各5 mg。此外膳食中的维生素A也应增加到5 000 IU（1 500μg视黄醇当量）。

增加热能和蛋白质 在高温环境中，机体代谢发生了一些变化。如在37℃左右下从事各种强度体力劳动时，热能消耗量一般可增加10%—14%左右。但对高温环境生活、劳动的人员膳食中热能供给量，以增加10%较为适宜。因在高温环境中食欲有所下降，不能过多增加热能。

蛋白质的供给量应主要考虑高温条件下蛋白质（氮）自机体中损失的情况。如在35—40℃环境中，通过汗液损失的氮可达220 mg左右，而在25℃时仅为125 mg，分别相当于蛋白质1.4 g和0.8 g。粪氮也可因高温对机体的影响而增多。此外，高温可使血中17-羟皮质固醇浓度增高，以致蛋白质分解代谢增强，并因此增加机体水分的丧失。而机体大量失水，又可使蛋白质分解代谢加速，尿氮排泄增加。故对高温环境中生活、劳动的人员膳食中蛋白质供给量应适当增加。但增加数量目前尚无统一意见，大多认为蛋白质的供给量应占总热能12%—15%，一般可按14%供给。由于蛋白质的食物特殊动力作用较强，并增加机体对水分的需要，故膳食中蛋白质数量不宜过多，但其营养价值必须较高，应含有较为充足的必需氨基酸，因通过汗液排出的氨基酸中，必需氨基酸可占1/3左右，以赖氨酸含量最多，一般7—8 h随同汗液损失的赖氨酸相当于机体每日需要量的1/4，所以考虑蛋白质的供应量时，注意膳食中蛋白质的营养价值甚为重要。来自鱼、肉、蛋、奶和豆类食品的优良蛋白质至少应占总供给量的一半以上。

膳食制度和配膳 在高温影响下，唾液、胃液、肠液和胰液等消化液分泌减少，胃液酸度降低，肠液中消化酶活力下降，饮水中枢兴奋也引起食物中枢的抑制，故在高温环境中生活和劳动时，食欲常下降。因此除适当补充营养素外，尚应通过适当膳食调配以增加食欲，特别是注意饭菜的色香味和多样化，即经常更换花色品种，多吃凉拌菜，适当选用酸味或辛辣调味品。膳食餐次必须配合工作班次，主要餐次应于上班前或下班后1—2 h，以便能与食欲相适应。

低温作业人员营养

人体于低温环境中，在暴寒条件下、初期或突然降温时，均可引起机体应激功能改变，如长时持续在低温条件下作业和生活，将产生气候适应的复杂生理变化。此时，调节食品供应，满足其特殊的营养需要，将能改善这种情况。

热能需要量 在低温条件下，人体热能需要明显增高，其增高可因身体实际受寒程度（受居住条件、衣服、野

外作业时间以及劳动强弱等影响)而不同。据报道:寒带(−4℃至−40℃)士兵一日热能总消耗量可达20.9 MJ(5 000 kcal),而当他们在热带或温带进行完全相同的体力活动时,所消耗的热量每日分别为12.6—14.6 MJ(3 000—3 500 kcal)、14.6—17.6 MJ(3 500—4 200 kcal)。劳动强度相同的人,当环境温度在33℃时每日需要12.97 MJ(3 100 kcal),而在−35℃时则增至10.5 MJ(4 900 kcal)。低温下热能增高的原因,除裸露体表直接散热显著增多外,基础代谢增高可达10%—15%。低温下出现寒战和其他不随意动作,也是热能需要量增高的一个因素。如经20 min寒战,体温可升高0.6—0.8℃。笨重的防寒服装,不仅增加负重,也使能量消耗增加。在寒冷刺激下,机体产热增加,主要是由于甲状腺功能增强,组织内三羧酸循环和与呼吸链有关酶类如琥珀酸脱氢酶和细胞色素氧化酶等活性均明显增高。此外因去甲肾上腺素和肾上腺素分泌增加,氧摄取量大为提高。

热营养素需要量 脂肪较多可保持体温,对突然暴露于低温的耐受力增强。但持续长时间接触时,对耐寒能力的提高则不明显。低温条件下大量增加膳食中脂肪含量时,必须注意碳水化物的含量,因尚未适应寒冷气候的人,当膳食中脂肪大量增多,其热能代谢可发生显著改变,由碳水化物型转为脂肪型,体内有关酶系统将不适应这种变化。因此对未适应体力劳动时应注意膳食中碳水化物的供给量。

寒冷地区膳食中脂肪供给量应高于一般地区,其热量应占总热量的35%—40%。美国武装部队规定体重70 kg的轻体力劳动者,在寒冷地区的膳食热量为10.25—13.39 MJ(2 450—3 200 kcal),其中脂肪占36.6%,碳水化物占48.8%,蛋白质占14.6%。苏联规定轻体力劳动者(体重70 kg)膳食中,热量14.23 MJ(3 400 kcal),其中脂肪占35%,碳水化物占50%,蛋白质占15%。

寒冷地区蛋白质的供给量应充裕,应提高到总热量的13—15%,最高不超过20%;并应保持合理的必需氨基酸比例。蛋白质总量中动物蛋白应占50%—65%左右。近年认为在寒冷环境中蛋氨酸特别重要,因蛋氨酸通过甲基转移作用可提供一系列寒冷适应过程所必需的甲基。此外,蛋氨酸还可提供人所需要的巯基。

维生素需要量 寒冷气候条件下,人体对维生素的需要量显著提高,包括维生素A、B_1、B_2、C、烟酸和维生素D等。苏联对寒冷地区居民维生素供给量提出的建议见下表。

寒冷地区居民每日维生素供给量

	维生素A (μgRE)*	硫胺素 (mg)	核黄素 (mg)	抗坏血酸 (mg)	烟酸 (mg)	维生素B_6 (mg)
中等强度劳动者	1 500	2.0	2.5	70	15	2
重体力劳动或神经精神高度紧张工作者	1 500	2.5	3.0	100	20	2
极重体力劳动或极度精神紧张工作者	1 500	3.0	3.5	120	25	2
青年(16—22岁)	1 500	2.5	3.5	70	25	2

* RE即视黄醇当量(1 μg RE相当于3.333 IU)

生活在北极地区人员对维生素的需要量约高出温带地区30%—50%。由于膳食中增加了脂肪比例,可使硫胺素、核黄素、烟酸和维生素B_6在体内贮留量减少,导致机体对上述维生素的需要量增加。寒冷地区新鲜蔬菜水果较少,仅依靠天然食物来源不能充分满足需要,可在一些食品中加入抗坏血酸或直接食用抗坏血酸片剂。有人建议北极地区吡哆醇的需要量为3—4 mg。维生素A也可影响机体耐寒能力,有人建议寒冷地区居民每日应摄入泛酸10—15 mg,维生素B_{12}2—3 mg,叶酸1—2 mg,生物素200—300μg,胆碱0.5—1.0 g,生育醇15—20 mg,维生素K 200—300μg,维生素P 50—70 mg和必需不饱和脂肪酸5—6 g等。

无机盐需要量 寒冷地区容易缺乏的无机盐主要是钙和钠。观察寒冷地区的骨折患者,骨痂形成的速度显著较温带地区缓慢;由南方移居北方的居民,血液和骨组织中钙含量降低;外来居民骨组织中无机盐组成较当地常住居民为差。因此无机盐代谢方面也有一个对寒冷气候的适应过程。但寒冷地区蔬菜和水果较少,如无充分的奶类供应,则很容易缺钙和其他无机盐。寒冷地区还可适当增加食盐摄取量。

高山作业人员营养

高山和高原地区具有气压低、缺氧、寒冷和强紫外线照射的特点。长年生活在高山高原地区的居民,特别是世代在当地居住的人,对这种特殊自然环境已经形成长期适应。但在军事和科学考察或其他活动中,参加人员大多缺乏高山高原生活工作的经历,因此缺乏长期形成的适应;特别是登山运动,有关人员在较短时间内接受严酷高山地理气候条件的考验。在这种情况下,随着生理和代谢发生的急剧变化,高山高原生活作业人员对营养和膳食也产生一定的特殊需要,特别是对碳水化物、蛋白质、维生素和无机盐方面。

碳水化物营养 碳水化物对高山高原反应最敏感。

由于碳水化物分子中氧含量比例高于脂肪，因此，较多碳水化物在体内进行代谢时可使血液中氧分压保持较高水平。在攀登高山高峰或进入高原地带以前，应设法提高体内(主要是肝脏和肌肉中)糖原贮备，对提高耐力、适应高山高原生活非常重要。为此，在登山运动中，有人主张先安排3—4 d低碳水化物膳食，同时剧烈训练，以加速动用体内糖原贮备，然后摄入3 d高碳水化物膳食，并休息，以增加体内糖原贮备。其他与登山运动类似的活动，也可参照执行。在糖类中应尽量以果糖代替葡萄糖和蔗糖，以提高血中可利用糖的浓度，因为葡萄糖能诱生胰岛素，而果糖对胰岛素的诱生作用较弱。蜂蜜中含果糖较多。

蛋白质营养 短时期进入高山生活的人群，普遍表现负氮平衡；主要原因为食欲不振，摄入减少。对登山运动员的调查结果表明：进食量最多者也仅可满足机体需要量的65%；最差者仅为需要量的35%。由于蛋白质摄入量不足而相应减少的热能，主要依靠动用体内原有的脂肪贮备补偿。此种补偿过程的速度决定于促脂解激素。锻炼可使促脂解激素分泌量明显提高。

高山地区出现的一种特殊生理反应，即指甲凹陷，也与蛋白质营养有关。提高膳食中胱氨酸和半胱氨酸的摄入量，指甲凹陷可明显好转。

维生素营养 高山反应之一是呼吸酶活力降低。补充维生素有利于机体适应过程，提高对缺氧的耐受性。需要特殊补充的主要是维生素B_1、维生素B_2、烟酸、维生素B_6等B族维生素和维生素C、维生素P和维生素E。此外，也可补充维生素A。这些维生素的需要量较正常情况下成倍增加。

维生素E对高山、高原生活的适应特别重要。机体在适应过程中，毛细血管缓慢增生，红细胞、血红蛋白、肌红蛋白均增加，有助于加速氧的吸收与运送。肾脏产生大量生红细胞素，生红细胞素可增强骨髓细胞中δ-氨基乙酰丙酸合成酶的活力，这种酶是正铁血红素和血红蛋白合成时的速度限制酶，形成这种酶时必须有维生素E存在。同时维生素E本身的抗氧化作用还可防止细胞膜表面不饱和脂肪酸氧化引起的红细胞溶解。所以高山、高原生活适应过程中维生素E需要量明显增加。登山运动员每人每天应补充30—240 μgRE维生素E；其他从事高山、高原生活作业人员也可参照补充。长期观察证明，此种补充可防止血液维生素E浓度下降到正常浓度以下，而未发现有毒性作用。维生素E尚可扩张血管并增加血流量，对前述指甲凹陷亦有改善作用。

补充无机盐和水分 未适应高山、高原生活的人，在高山上常因水分排出过多、补充不足而发生代谢紊乱，因此应注意补充液体。以登山运动员为例，水的补充量每天可达2—3 L。但应密切注意水平衡，补充过多，易发生水肿。

高山、高原作业人员的特殊营养需要除上述外，还应考虑某种营养素过多引起的中毒，如维生素D。因在高山、高原紫外线照射较平原强烈，不易出现维生素D不足。如再额外补充，反而有害。上述人员补充维生素A时，不要利用鱼肝油制剂，因其含有维生素A的同时，并含有维生素D，应该采用单纯的维生素A制剂。

接触化学物人员营养

人类劳动过程中如接触有害化学物质，可使机体正常生理功能，如营养代谢过程，发生一系列改变。在营养和膳食方面针对这些变化适当加以调整补充，即可使机体对有毒化学物质毒作用的耐受力有所增强。

对接触有毒物作业人员进行营养和膳食调整补充的主要原则：首先应在质和量方面充分满足机体正常合理营养需要，以便全面提高机体的抵抗力；然后再在合理营养的基础上针对所接触的有毒化学物质所引起特殊营养代谢变化，有目的地进行调整补充。

防止有毒化学物质对机体损害的根本措施，是改善劳动条件和工艺设施，减少作业人员接触有毒化学物质的数量；营养与食物调整只能作为辅助措施。

铅作业人员的营养 因铅在体内促进维生素C氧化，致使维生素C失去应有的生理作用，故血和尿中维生素C含量降低，甚至可出现牙龈出血、皮肤淤点，以及对传染病抵抗力下降等维生素C缺乏症状。如在与铅接触的同时给予大量维生素C，可推迟中毒或使中毒症状减轻。对已有中毒症状的铅作业工人每日补充200 mg维生素C，半年后铅中毒症状可有所减轻，未经补充者则无变化。维生素C缓解铅中毒的机制可能是：①维生素C保护了一些酶的巯基(—SH)，从而保护了体内还原型谷胱甘肽对铅的解毒作用。②维生素C能与铅结合形成溶解度较低的抗坏血酸铅盐，使铅的吸收降低，从而减轻了铅在体内的毒性。对铅作业工人的维生素C补给量，中国有人建议每天应补给125 mg， 的国家规定每天补给150 mg。

铅在体内的代谢过程与钙相似。当膳食缺钙，血钙下降或钙排出增加时，骨钙被动员转移到血液中，同时骨铅也随之转移，此时血铅浓度可增高而出现中毒症状。为了使铅作业工人既可从体内排铅，又不致引起急性铅中毒，在膳食供应上应采取以下措施：①对从事铅作业的人员可每天供应一餐少钙多磷膳食作为保健餐，以促进铅由体内排泄，防止在骨骼中沉积。②如接触铅的人员已出现明显急性中毒症状，则应以多钙少磷膳食为主，使铅暂时在骨骼中沉积，待急性中毒症状消失或减轻后，再适当采用少钙多磷膳食，使铅陆续排出体外。日常食物中，蔬菜、水果和奶类是含钙丰富的碱性食物；粮食、豆类、蛋、肉则为含磷丰富的成酸性食物；铅作业工人的膳食可根据铅代谢情况选择。

铅作业工人应供给足够的蛋白质，一般以占总热量

的14%—15%为宜；增加蛋氨酸和胱氨酸的摄入量可减轻中毒症状，蛋氨酸并有促进红细胞生成的作用。

脂肪过多可促进铅在小肠内吸收，故铅作业工人膳食中脂肪不宜过多。果胶有使铅沉淀，减少铅吸收作用，铅作业工人可多吃含果胶的水果。此外，维生素A、硫胺素、核黄素、维生素B_{12}和叶酸在预防铅中毒方面均有一定作用，在膳食中应予以补充。

汞作业人员的营养 汞及其化合物主要蓄积于肾、肝和脑组织中，主要损害中枢神经和肾脏。由于肾脏受损，慢性汞中毒时即有蛋白尿，而引起蛋白质丧失，因此膳食应补充优质蛋白质，尤其应补给富含蛋氨酸和半胱氨酸的蛋白质。因这种氨基酸含有巯基，巯基可与汞结合成为稳定的化合物，起到解毒作用。如甲基汞于体内经胆道排出，又被肠道重吸收，贮留于体内，若给半胱氨酸，汞即可与半胱氨酸的巯基结合，排出体外，使体内甲基汞减少。果胶也可与汞结合，加速汞离子排出，从而降低血液中汞离子的浓度。硒对汞中毒有防护作用。硒在体内能对抗无机汞和有机汞的毒性作用，其解毒机制是当硒与汞同时注入机体时，汞与硒结合在同一血浆蛋白分子上，经透析查明硒附着于蛋白质的一个巯基上，而汞又附着在硒上，使大部分汞不能到达靶组织，从而防止了中毒的发生。由于维生素E与硒在营养上有协同作用，也可防止甲基汞中毒，故对汞作业工人应注意硒和维生素E的供给。

苯作业人员的营养 动物实验证明，苯中毒动物饲以高蛋白饲料生长发育好，存活时间长，血中谷胱甘肽含量比较稳定。蛋白质缺乏时，可使肝细胞分化减退，同时细胞色素P—450及细胞色素P—450还原酶活性下降，苯胺在肝微粒体中的氧化下降，即生理解毒作用的生物转化速度减慢，使毒性不能及时消除，膳食中脂肪过多也可促进苯的吸收，故膳食脂肪摄入量应低于正常人，但也不宜过低。对苯中毒工人膳食中脂肪供给量问题，目前尚无定论。为促进肝脂肪变性的恢复，膳食中应含有抗脂肪肝物质，如蛋氨酸、胆碱和卵磷脂等。

人体负荷试验表明接触苯的人员体内维生素C贮备水平较对照人员为低。有人建议，接触苯的人员每天应额外供应维生素C 150 mg、铁 15 mg，以增强苯在体内的代谢和防止贫血。

维生素K对治疗苯中毒有一定效果。维生素K参与体内氧化过程，因此对肝脏解毒功能有一定效果。此外，维生素B_1、维生素B_6和尼克酸等对治疗苯中毒也有较好效果。因此，对苯作业工人的营养应在保证一般全价膳食的基础上，增加优质蛋白质的供给量，脂肪可按一般标准；多补充维生素C，适当提高铁的供给量，并补充一定量的复合维生素B。

磷作业人员的营养 磷中毒主要表现为肝功能损害，由于体内磷增高，钙磷正常平衡受到破坏，骨组织发生脱钙现象，血清中钙含量增高。磷作业工人维生素代谢也受影响，易出现维生素C缺乏，表现为牙龈易出血，血浆维生素C低于正常。维生素B_1和B_2的消耗量同样增加，对磷作业人员补充维生素B_1和B_2则有较好的预防效果。因此磷作业人员的膳食应富有优质蛋白质，每日至少应供给蛋白质 90 g，保健餐中至少含 35—40 g。膳食中尚应含有丰富的碳水化物，脂肪含量不宜多，以便更好地保护肝脏，应给富有维生素的食品，膳食中新鲜蔬菜和水果应较多，一方面含有丰富的维生素C可加速磷在体内的氧化过程，同时，蔬菜、水果为成碱性食品，可中和磷被氧化形成的酸性化合物，有助于维持体内正常酸碱平衡。保健餐应供应维生素C 60—70 mg，每日膳食中至少应供应维生素B_1 1.5—2.0 mg、维生素B_2 1.5 mg，有的国家规定磷作业人员保健餐应特殊供给维生素C 150 mg和维生素B_1 4 mg。为保持体内钙代谢正常，膳食中尚应含有较多钙质。

矿工的营养 矿工主要指煤矿工人。煤矿工人的工作性质有许多特点，如长时间(8—9 h)在地下工作；工作面很分散，难设井下固定食堂；体力劳动较重，且不见阳光；有些矿常在山区，远离蔬菜基地；井下作业常受粉尘、毒气、高温等影响。矿工常易患感冒、支气管炎、慢性胃肠炎、矽肺、皮肤化脓性疾患，以及其他特殊中毒等。故其营养主要应适应其工作特点并防止多发病。矿工的热能需要量一般为 16.7—20.9 MJ(4 000—5 000 kcal)。煤矿工人热能消耗量受很多因素影响，如工种的差别、机械化程度、煤层厚薄、井下通风情况、作业姿势和井下温度等。因煤矿工人热能需要量大，应供给全价的高热能膳食，一天食物分配应力求均衡，工间应供给一餐。有的煤矿过去曾于工间供应一次保健餐，包括饼干、蛋糕、馒头、鸡蛋和豆浆，其中加奶粉少许和糖，可增加热能。矿区食堂蔬菜的供应应做好合理安排，特别是绿叶蔬菜，对保证胡萝卜素和维生素C的供给极为重要。在高温工作区从事劳动时，每班出汗最高可以超过 5 L，为此应以饮料形式补充维生素C、B_1、B_2和食盐。矿区食堂对夜班饭菜应该特别注意，经常上夜班的工人，正常生活规律紊乱，食欲常不佳，而夜班饭菜却正是他们一天的主餐，因而对夜班饭菜应同样重视。矿工的膳食最好送到井下，并有必要的保暖设备以便保证供应热饭热菜。

要素膳

要素膳(elemental diet)是一种由纯营养素按某一配方人工混合而成的，营养素齐全，不需或很少需要消化酶作用，即所谓的无渣膳食。热量按每日供给 12.54 MJ (3 000 kcal)计算，所含各种营养素的量能基本满足人体的全面营养需要。40 年代即有学者证实以纯氨基酸代替膳食蛋白质可维持氮平衡，至 60 年代，用要素膳喂饲动物首次获得成功，其后将其用于人体，如宇宙航行员服用要素膳长达 6 个月之久，亦能维持氮平衡，并且无不良反

应。后即用于临床治疗，疗效明显，发展迅速。

组成和分类 含有全部必需和非必需氨基酸、脂肪乳剂、脂溶性和水溶性维生素、无机盐及微量元素等，各种营养成分间平衡。其分类如下：

- 要素膳
  - 低脂肪膳——复方要素合剂
    - 碳水化物 80%—90%
    - 脂肪 0.2%—2%
    - 蛋白质 8%—17%
  - 高脂肪膳
    - 一般要素合剂
      - 碳水化物 61%
      - 脂肪 30%
      - 蛋白质 8%
    - 高氮要素合剂
      - 碳水化物 66%
      - 脂肪 18%
      - 蛋白质 17%
    - 标准要素合剂
      - 碳水化物 74%
      - 脂肪 18%
      - 蛋白质 8%

要素膳中氨基酸的来源：一是结晶的左旋氨基酸，另一为蛋白水解物。

要素膳多呈粉状悬浮物，溶于水，经口或管饲至胃肠后即可直接吸收，不能用于注射。

主要特点 ①不含纤维素，到达胃肠后不经消化即可利用。②体积小、质量高、营养全面。病人在不能进食的情况下，小量供给就可基本满足其营养素需要。对烧伤和消耗性病人有较好疗效。对危重病人可起到营养支持作用。③要素膳的成分中，含氮物主要是氨基酸和部分短肽等可直接吸收的物质，无需胃液、胰液和胆汁的消化作用，故对消化道功能障碍、消化液分泌减少等疾病有益。④无残渣，仅有内源性代谢物进入大肠。因而病人大便的量很少，对病人手术后肠道能获得充分休息，有利于伤口愈合。

适应证 ①分解代谢亢进的病人，如严重烧伤、创伤、感染、化脓等病时，代谢率增高，致大量丢失蛋白，要素膳能及时补充，增强抵抗力，控制感染，并能使植皮成活、恢复体重和纠正负氮平衡。②胃肠道瘘病人消化吸收受阻，一般死亡率较高。应用要素膳能减少胃肠分泌，高血浆蛋白，能维持正氮平衡，使伤口较快地愈合。③用于手术前、后营养不良的病人，可提高对手术创伤的耐受力，并有促进伤口愈合的作用。④肠道疾病患者用要素膳，可改善症状，特别对由营养不良而引起的局部慢性感染、瘘和肛周溃疡等均可促使痊愈。⑤用于消化和吸收不良患者，如小肠广泛切除的病人，其脂肪和氮的损失非常明显，称为短肠综合征，如用要素膳，疗效显著。⑥用于内脏慢性炎症患者，能增进食欲，减轻症状和恢复体重。肿瘤病人于化疗和放疗时用要素膳，能提高病人的耐受力，增强免疫功能，减轻消化道症状，起到支持疗法的作用。⑦其他如肝功能衰竭血氨增高的病人应用后可使血氨降低，肝功能改善并转变为正平衡。尿毒症患者用要素膳可增加组织氨基酸和蛋白质的合成，使血中尿素含量稳定。婴儿，尤其是体重过低的早产儿伴有胃肠道感染或因痴呆得不到充分营养时，均可使用要素膳。此外，要素膳还可避免高血脂或食物过敏的发生。

用法 要素膳是溶于水的粉状物，当按比例用蒸馏水、生理盐水或消毒水稀释后，即可应用。供给途径可根据适应证来决定，可分为口服或管饲（鼻、胃、空肠人造瘘管）滴入，亦可单独使用，或作为附加营养补充剂使用。

管滴时，将配制的要素膳液盛于吊瓶内，通过置入暖瓶的胶皮管加温至 38—40℃，即可用细小硅胶鼻管重力滴注。开始时速率可控制为每分钟 40 滴，以后根据病人耐受情况，逐渐增至每分钟 60—80 滴。亦可经蠕动泵滴注。

经口摄入时，可用米汤、橘汁、肉汤等物冲制，也可加入菜肴中或制成冷饮，每日服用 4—6 次。

注意事项 病人服用要素膳时要做好临床监护，严密观察，做好记录。开始应用时可能出现一些胃肠道症状，如恶心、呕吐、腹胀和腹泻等。如病人不能耐受时，医师、营养师、护士与病人及其家属等应密切配合，除注意应用时的速度、温度和浓度外，还应注意：①对老年人、儿童和体弱的病人，滴注不宜在夜间进行，要注意胃肠道是否通畅，注意在胃部不可潴留太多，否则将引起食物倒流，导致吸入性肺炎。②对近端瘘或完全缺乏吸收功能的病人，早期阶段不宜用要素膳，宜先采用完全胃肠外营养，避免引起小肠上端瘘口分泌物增多，电解质丢失。③当利用高浓度或高渗溶液时，可发生水平衡失调和高渗脱水引起的高渗综合征及渗透性利尿，故应经常观察血浆电解质、酸碱度、血糖和尿糖的水平。④糖尿病人或用固醇类激素治疗的患者当用要素膳时，可能引起高血糖；慢性胰腺功能不全的病人应用时，必须调节胰岛素，否则会发生高渗综合征。⑤口服要素膳时如有异味，可掺入其他饮料。冷饮比热饮味小。当应用高渗饮料后，要少量多次缓慢饮水。⑥为了避免发生并发症，必须对服用要素膳的病人进行监测，包括的项目为：体重、尿量、大便次数、体积和硬度、血清和尿的渗透性、血糖、尿糖、血球比积、血红蛋白、血清及尿电解质、血液及尿中尿素、血清白蛋白、运铁蛋白等。

营养治疗

营养治疗（nutrition treatment）亦称临床营养，是研究人体处于疾病状态下的各种食品或营养素要求和提供方法的一门学科。在正常生理需要的基础上根据疾病的诊断、病情等有关情况，调整和提出临床需要的食品或营养素供给方案，通过合理的膳食安排、食品的调配、科学的烹调方法、正确的饮食制度等对病人进行辅助治疗，以期积极地影响病情转机，改善机体代谢状况，增强抵抗力，促使疾病好转或痊愈。如糖尿病病人的饮食控制可降低血糖和尿糖；甲亢和消耗性疾病患者给以高热能、高蛋

白、高维生素饮食，可以满足其代谢的需要；肥胖病在有计划地减少热能后，病人体重可能恢复正常等。

随着医学科学的进步，医学目标正在从治疗转向预防，临床营养学作为预防医学的组成部分，日益受到重视。当一个人在儿童时就注意膳食的食物来源、比例和数量，即有可能预防一些成年人的疾病。故营养学在临床治疗中逐渐显示其好的作用，并不断得到充实和发展。

治疗途径 营养治疗是使食品或某些营养素的配制剂通过口服、管饲或静注等不同途径进入人体，达到治疗目的。其中最主要的途径是口服，这是最经济、安全、简便和能达到全面营养的方法，它符合人体的正常生理过程。膳食的营养成分主要来自天然食物，除此而外，它还含有一些至今未发现但对人体有益的成分。故组成膳食的食物种类越多，得到的营养素越充分。在配制膳食时只要将食物搭配合理，注意烹调方法和色、香、味、形，口服比输液、输血或管饲等方法更易被病人乐于接受。静脉营养对某些危重病人，如处于恶病质状态的晚期癌症患者，可纠正其氮平衡，防止体重下降，有可能延长其生命。对经静脉滴注的营养液的成分配比、浓度以及滴注速度和无菌操作等，均应有较严格的卫生要求，否则易引起脑水肿或肺水肿等增加病人的痛苦，甚至威胁生命。管饲适用于昏迷病人。

目的 营养治疗是临床综合治疗的一个重要组成部分，它可达到以下目的：

(1) 作为一种主要的辅助治疗手段：用以增加或控制膳食中某一营养素来达到治疗目的。如小儿佝偻病是因缺乏钙和维生素D，如能及时补充或充分接触阳光，就能很快得到纠正；先天性代谢性苯丙酮尿症患者，若在婴儿时期即给低苯丙氨酸的饮食，即能防止病情发展；其他如糖尿病、慢性肝炎、高血脂症等，临床上一直以营养调理为主要治疗手段。

(2) 作为一种治疗或诊断的辅助措施：如高血压、心脏病、伴有水肿的肾脏病病人，给以限盐饮食可以减轻或消除症状；给肾功能不全患者以优质蛋白质、高热能饮食，可以减轻病情发展；为了降低肝昏迷患者血氨的含量，可将膳食中蛋白质降低至最低限度等。此外，应用潜血试验餐、胆囊造影餐、干膳食等还可协助诊断消化道出血、胆囊功能和肾浓缩功能；钙、磷代谢试验可以协助诊断继发性甲状旁腺功能亢进症等。

(3) 为其他治疗创造条件：如外科术前营养不良、组织水肿或贫血的患者，用要素膳(见"要素膳"条)或完全胃肠外营养，是纠正机体状态的好方法。

(4) 降低机体分解代谢：对急性或慢性疾病中有体力下降和组织损耗的表现，重视营养因素，及时通过饮食补充，可避免机体分解其他部位的组织进行修补。所以，增加营养的目的，是为了降低机体的分解代谢，促进合成代谢，维持体内环境的稳定，保护代谢活跃的肝脏；否则损伤组织难于修复，伤口不易愈合。

膳食分类及配制 营养治疗的膳食，可因其作用不同而分为预防性膳食、一般治疗膳食、特殊治疗膳食与试验用膳食等。

当对患者进行营养治疗时，需计算病人的营养素需要量，由医师、营养师与护士商定膳食种类并向病人多作宣传。决定营养素需要量，要结合病人过去的营养状况和目前需要来全面考虑。以热量为例，应考虑以下几方面：①患者在患病前的摄食量与饮食习惯。②由患者身高、体重、胖瘦、体型等特点确定热量多少。③考虑患者吐、泻、外伤、发热或其他代谢病等特殊的需要。④补充疾病的耗热量等。此外，还要注意药物与营养之间的关系，如有的药物可引起某些营养素吸收不良，因而应增加其需要量。如四环素可降低细胞内蛋白质合成作用，减弱蛋白质正常运载功能，对肝脏产生直接毒害作用，导致恶心、呕吐，还可使病人对各种营养素的吸收受到抑制；雌激素与孕激素等口服避孕药可限制叶酸结合酶的作用；氯化钾可刺激胃肠，使回肠内容物酸化而致维生素B_{12}的吸收能力下降；消胆胺与胆酸结合可使脂溶性维生素吸收不良等。

营养治疗的宣教 为使患者得到合理营养，使营养治疗发挥作用，首先要使患者乐于按医嘱进食。患者往往由于药物作用或精神负担导致食欲不振，除给予解释、安慰外，还应适当调整药物、鼓励体力活动，以增加进食量。对有关营养治疗的具体方法、食量或营养素数量以及标准食谱、食物成分表、食物互换单位等知识需向患者进行经常宣教，争取主动配合。过于简单的营养指导，极易引起医源性营养不平衡，如常见肝炎患者因长期服用高糖、高热量膳而致肥胖并合并脂肪肝；冠心病人中由于长期过度减少热量与动物性食品而致虚弱无力和不能从事体力活动，并发生贫血等合并症。因此医师、营养师、护士对患者需进行较全面的营养知识宣传与指导，使营养治疗获得良好的效果。

锻炼与练习

锻炼(training)是指机体反覆地执行某一作业的活动，从而产生全身适应性变化，而达到器官系统之间功能更为协调和提高作业能力的目的。练习(exercise)是锻炼过程的一部分，是对某一特定动作的重复和熟练过程，以获得对该项作业能力的提高。在体力和脑力劳动条件下，锻炼和练习常同时存在。

锻炼和练习促成机体的动作产生连锁条件反射，形成巩固的动力定型，结果可使参加活动的肌肉数量减少，动作更加协调、敏捷和准确，各项操作更臻于"自动化"。这样的作业可减轻大脑皮质的负担，故不易产生疲劳。

体力锻炼还能使肌纤维变粗、糖原含量增多；心脏搏动输出量增大，而心率不增快；呼吸加深、肺活量增大，而呼吸次数也增加不多；氧的利用系数显著提高；以及血液的碱贮备增加，对酸性代谢产物耐受性增高等。这就使机

体在参与作业活动时更趋于“低消耗、高效率”。

锻炼和练习对脑力劳动的作用更大，因此也更重要。一般人在一生中经常动用的大脑神经细胞仅占10%—25%，故人类的智力潜能，还有待人力开发。开发智能的有效途径之一就是鼓励人们坚持锻炼和练习；鼓励坚持用脑，促使脑细胞的新陈代谢旺盛，合成化学物质增多，促使智力发展。实践证明，只要坚持用脑，运用意志和理智抵御外界干扰，就可使注意力集中、记忆力增强、理解力加深、思维更趋敏锐。所以，锻炼、练习和充分用脑，是保持智力、防止脑细胞退化萎缩的最有效办法，即使到了退休年龄亦应坚持锻炼、学习和积极的思维活动。

疲劳

疲劳(fatigue)一般指因过度的体力或脑力劳动而引起劳动能力下降的现象。具体表现为：反应迟钝，动作灵活性和协调性降低，工作差错率增多，并伴有主观上感觉倦怠、乏力等。疲劳是机体功能的暂时性障碍，属正常的生理反应，常起一种防止机体“过劳”的“警告”作用，机体“过劳”则可导致生理功能失调或紊乱。因此，在劳动或学习过程中，当出现疲劳现象时，需暂停工作，以充分发挥其生理“警告”作用。

引起疲劳的真正生理学原因及机制尚不清楚，但可从劳动者本身(健康、营养、劳动态度、熟练程度、心理状态、所负责任)、作业环境(气温、照明条件、有无噪声及其他有害因素存在)及劳动组织和工具(人际关系、工作时间、劳动强度、班次轮换及工具性能等)三方面寻找促成过早出现疲劳的因素，并采取有针对性的措施(如改进工艺过程，减轻劳动强度；改善作业环境；合理安排工间休息)加以调节，以延缓出现疲劳，或促使已出现的轻度疲劳迅速消失或控制在“疲劳线”水平以下，防止过劳，影响健康。

疲劳长期得不到消除，可造成疲劳蓄积，以至“积劳成疾”，诱发多种疾病(如肺结核、心脏病、贫血、视力损伤、神经衰弱，以及消化系统疾病等)，而陷入“过劳状态”。

分类 为便于识别和针对性地处理不同性质的疲劳，将疲劳分为四种类型：

(1) 全身疲劳：主要因全身参与较为繁重的体力劳动所致，表现为全身乏力、不适、疲惫、肌肉关节酸痛，以及懒动等主观疲倦感和客观上作业能力明显下降、错误增多、动作迟钝不协调，以至打瞌睡等。

(2) 个别器官疲劳：常发生在仅需个别器官或肢体参与的紧张作业，如折页、抄写、篆刻、打字等。它与全身性疲劳的区别在于疲劳发生于局部，一般不影响其他部位的功能，如手指疲劳时，对视、听能力并无明显影响。

(3) 智力疲劳：主要因长时间从事紧张的脑力劳动所引起的第二信号系统活动能力降低，表现为头昏脑胀、全身乏力、嗜睡或失眠、易激惹、肌肉松弛等

(4) 技术性疲劳：常见于脑力体力并重，且神经精神相当紧张的作业，如驾驶汽车、机车、飞机，操作半自动化机器、收发电报，以及电子计算机荧屏前操作等。这类疲劳常兼有全身疲劳、个别器官疲劳和智力疲劳特征，其表现视劳动时体力与脑力参与的比重而异。例如卡车司机疲劳时除全身乏力外，腰酸腿痛颇为常见；而无线电收发报员、半自动化作业操作工等，则以头昏脑胀、嗜睡或失眠等多见。

过劳 有别于一般疲劳，长期工作紧张、超负荷作业是产生过劳的主要因素；休息不好、睡眠不足、过量饮酒、吸烟，以及滥用兴奋性药物，亦是促使过劳的原因。

过劳的主要表现是不能安静下来，且常是慢性的积累而又难于消除。这是一种下意识的疲劳感，它既不易被迅速消除，也不易用咖啡等刺激品使之得到缓解。过劳往往是疾病的前奏，此时可以查出构成病因的某些功能和器质上的早期改变。有资料证明在过劳的患者中，一部分人(约有1/6)易发生心血管系统疾病，其余的人主要表现为操劳过度综合征，即精神上经常处于活动和紧张状态，并感到在工作上有压力，长期持续下去能导致食欲不振、便秘、神经过敏，有时伴有心脏功能的异常、消化功能减弱、失眠等。

过劳难以通过一般休息和睡眠得到恢复，而需通过消除导致工作过于紧张、繁忙和不协调的人际关系因素，适当地参加文体活动、保证充分休息和保持心情舒畅、生活安定等综合措施才能奏效。

预防 预防疲劳的主要措施是减轻体力和脑力劳动强度，规定符合卫生要求的劳动休息制度，保证充足睡眠；使工作体位、活动频度和劳动负荷量等符合人类工效学(见“人类工效学”条)的要求；脑力活动时间过长的工种，可穿插一定的轻度体力活动；体力劳动时间过长的工种，可穿插一定的脑力活动，这样的休息方式又称为积极休息；改善劳动环境，如使劳动环境气象条件尽量符合卫生要求，最大限度地减少或消除各种有害因素；工后沐浴，尤其是在湿冷环境中作业后施行温水浴，对消除疲劳有明显效果。适当补充维生素对消除疲劳和增强肌力均有补益，高温作业时补充含盐清凉饮料并给予一定的钙、铁、磷等无机盐，也能补充劳动中的损失，提高工作能力。对井下矿工适当补充磷酸盐，能提高生产效率；茶和咖啡有提高机体兴奋性，起到消除疲劳和维持作业能力的功效。

脑力劳动

脑力劳动(mental work)指运用大脑的记忆和思维能力，对所获取的信息进行加工、分析、判断、推理和创新的高级神经活动。随着文化、科学技术的发展和工农业生产中自动化流程的不断完善，特别是近20年来电子计算

机的应用和普及，生产过程中的重体力劳动已逐渐减少，智力密集型和精神紧张型作业则日益增多。在现代化的工业生产和企业管理中的某些过程，通常是兼有体力和脑力劳动。

脑力劳动的作业能力 从工效学意义上说，脑力劳动的作业能力主要表现为获取信息、记忆和反馈，以及持久的警觉状态。

(1) 获取信息：这是脑力劳动的第一步。人靠感官在瞬间可获得相当大的信息量，但受到"信息通道能力"的影响，能被中枢真正接受"加工处理"的信息量是很有限的。例如，从感觉器官输入的信息量超过中枢神经系统"接纳通道"的阈值，则输入信息与输出信号就不再互为函数。一般说，输入信息总是大大超过中枢的"通道能力"，故需通过一个"削减过程"。经削减处理后，只有极小一部分获取的信息变成大脑的"持久印象"(见表)。所以，任何有价值的精神产品都是通过社会实践和科学实验而获得大量信息的基础上，加以致密的加工、取舍和提炼而成的。

信息通道能力与削减过程的作用

过　　程	信息量(U/s)
感觉器官捕捉到的信息	1 000 000 000
进入神经接头的信息	3 000 000
意识到的信息	16
持久印象	0.7

(2) 记忆和反馈：记忆是对所获信息加以贮存，而反馈则是对所贮存信息的应用。如上所述，被贮存在中枢的信息只是经过加工处理和选择取舍后留下的极小一部分。对信息的加工处理能力表现于如何从大量输入的信息流中捕捉最有用，亦即与自己的作业最有关的信息。这就需要"记住"中枢信息库中原已贮存的信息，并善于加以反馈和叠加。所以，记忆除与个体的生理因素(如年龄、健康状况等)有关外，还与本人的经历，以及对相关作业的熟练程度有关。

记忆可简单地分为短时记忆和长时记忆两类，分别指回忆和反馈即时(如几分钟或几小时内)和长久(如数月至数年前)所获信息的能力。短时记忆容易形成但易消退，呈所谓"逆行遗忘"现象。短时记忆可在中枢形成"痕迹"，如能反覆多次加以强化，则可形成"牢固信息"，而成为长远记忆。这一过程无疑又是练习和熟练的实践过程。

(3) 持久的警觉状态：指在较长时间内保持注意力高度集中和警觉状态的能力，这是脑力劳动作业能力的一个要素。除其他影响因素外，警觉力与作业的持续时间关系尤为密切。例如，对雷达荧光屏监视人员的观察结果发现，监视遗漏率随作业时间延长而升高。在第一个 30 min，对目标的"捕捉率"为50%；第二个 30 min，降为 23%；第三个 30 min为 16%；而最后 30 min仅 10%。所以，对注意力高度集中的脑力劳动，工间暂歇更为重要。

对于脑力劳动与神经系统紧张作业时机体的调节与适应现象还研究得不多。脑的氧代谢较任何器官都高，安静时约为等重量肌肉的 15—20 倍。但由于脑的重量不及体重的 2.5%，故即便在最紧张的脑力劳动时，全身能量消耗的增高，也不致超过基础代谢的 10%。例如，紧张地演算数学题时，基础代谢仅增高 3%—4%；而剧烈的情绪兴奋则可增高 5%—10%，故不能用能量代谢来衡量脑力劳动的强度。葡萄糖是脑的最重要能源，在正常情况下，90%的能量代谢都靠分解葡萄糖来提供能量。但脑细胞中储存的糖原甚微，只够它活动几分钟之用，故主要靠血循环不断供给的葡萄糖通过氧化磷酸化过程来提供能量，使神经细胞和神经胶质细胞维持生命活动。因此，脑组织对缺氧、缺血非常敏感。脑力劳动时常使脉搏减慢，但特别紧张时，可引起舒张期缩短而使心跳加快，血压升高，呼吸稍加快，脑部充血而四肢及腹腔血液则减少；脑电图、心电图上也有所改变。但这些都仅仅反映某些生理变动，而不能用来衡量脑力劳动的性质及其强度的变化。有人用视反应时、数学记忆、文字检索测验来反映脑力劳动作业能力的变动，这固然可在一定程度上反映脑力疲劳状况，但难以全面评价脑力作业能力的变化。

影响脑力劳动能力的因素 影响因素很多：①社会因素，如社会制度、对劳动态度、家庭关系、上下级关系、群众关系等都对作业能力有明显影响。其中主要是对待该项劳动的态度和情绪的好坏。对某项劳动的意义有认识、有兴趣、有毅力并能刻苦钻研；再加上情绪高涨，则能提高该项劳动的效率；反之则效率下降。②环境因素，如环境安静、温湿度适宜而使人感到凉爽和空气新鲜，则有利于脑力劳动和集中注意力。故脑力劳动者多喜欢在安静的环境或深夜进行工作。可见创造安静适宜的环境条件对从事脑力劳动来说更为重要。③锻炼和练习对脑力劳动所起的作用甚重要，因为人脑有 120—140 亿个神经元，而一般人在一生中经常动用的大脑神经细胞仅占一小部分，故人类还具有充分的智能潜力有待挖掘。挖掘的办法之一是鼓励人们坚持用脑，因为脑细胞的生理活动越是频繁，新陈代谢也越旺盛，合成的神经生物化学物质也越多。故坚持用脑，可使注意力更易集中，记忆加强，理解力加深和思维更加敏锐；这无疑是保持智力、防止脑细胞退化萎缩的有效办法。因此，不论老少，积极思维，勤于从事脑力劳动总是有益的。④个体因素亦至关重要，性别及体型大小与智能及脑力劳动效率虽无明显关系，但健康与营养状况与智力之间却有密切关系。身体健康，易使智力才能得到充分保障和发挥。对脑力劳动者来说，除普通膳食营养外， 蛋白质、类脂质和维生素等尤为重要。⑤由于脑力劳动者往往缺乏体力活动而影响身体健康，故参加适当的文娱体育活动或体力劳动；注意劳逸或动静结合，包括适时更换脑力作业内容的所谓积极休息，都

与解除疲劳、提高脑力劳动能力有关，应注意加以利用。

强制体位

强制体位(forced posture)是指在生产劳动中，某些作业需要人体长时间保持固定不变的体位或姿势。这类体位可使身体的某些部位受到压迫、牵拉和过度负荷，导致局部发生功能性和器质性变化，以至引起某些职业性疾患。常见强制体位所致异常有扁平足、下肢静脉曲张、脊柱弯曲、腰酸背痛、消化不良、痔疮，以及女性盆腔充血和月经失调等。

(1) 扁平足：长期处于强制立位，特别是伴有显著肌肉负荷的作业者，如模铸工、冲床工，以及民警、排字工和纺织工，易引起扁平足。因为长期站立或附加肌肉负荷，可使跖、胫部肌肉过劳，维持跖骨正常弓状结构的韧带和肌肉劳损，跖部骨胳移位、跖弓逐渐变小，以至完全消失，最终造成不可逆变化。骨化尚未完全的青少年从事强制立位作业，更易发生扁平足。开始时，脚跟及跖骨头出现轻微疼痛；其后由于步态改变，脚跟可发生胼胝。患者下肢各肌群容易疲劳，并可发生跖面疼痛、坐骨神经痛、腓肠肌痉挛、跖部静脉回流不畅及营养障碍等。

(2) 静脉曲张：长期站立及下肢肌肉高度紧张的作业以及长期行走的作业，都易发生下肢静脉曲张。故凡能引起扁平足的作业均可招致下肢静脉曲张。

由于缺乏肌肉收缩，下肢静脉血液因回流不畅而充血，逐渐引起静脉瓣闭锁不全，静脉淤血，静脉壁营养障碍与扩张。一般多发生在皮下静脉与大隐静脉的吻合处，因此在患者小腿内侧上部常可见明显的组织代谢障碍。这时双腿容易疲劳，有腓肠肌疼痛、皮肤瘙痒、下肢发冷等症状。静脉曲张严重者可继发顽固性小腿溃疡及脓性血栓性静脉炎。有时还可伴有男性睾丸静脉曲张、妇女外阴静脉曲张以及痔等。

(3) 腹疝：立位重体力劳动者由于腹壁肌肉长期过度紧张和腹内压上升，可患腹疝。常见的有脐疝、腹股沟疝，其次是股疝。腹壁肌发育不良者及青少年工更易发生。

(4) 脊柱弯曲：长期处于屈曲立位及不正坐位，或肩背负重行走，均能促使脊柱弯曲变形。一般为驼背、脊柱侧曲及脊柱关节变形。患者多无自觉症状，仅在劳累时主诉有伸腰困难。

(5) 下背痛：常见于长期处于躯干前倾、腰部屈曲且负重大的作业。卡车司机、搬运工、护理人员，其他重体力劳动者和需长时间维持某种强迫体位或不良姿势者，发生下背痛的危害性很高。据国内市属医疗单位统计，因腰背痛而就诊的患者约占外科门诊病人的 1/5，占骨科门诊病人的 1/3，腰疼所致缺勤率仅次于上呼吸道感染。病因可能与腰部蓄积性劳损有关。慢性劳损可导致椎间盘纤维环发生压榨性损伤、退行性变和突出，从而压迫神经根，发生疼痛症状。职业性下背痛可分为腰功能不全、腰痛和坐骨神经痛三种类型，发作常呈间歇性。好发年龄为 30—50 岁。

此外，长期从事强制性坐位及其他不良体位作业，也可导致脊柱弯曲，并诱发消化不良、结肠炎、痔以及妇女疾患等。

预防 生产过程的机械化、自动化是改善工作人员作业条件，减轻体力负荷，使机体各器官、系统避免过度紧张与疲劳的有效措施。如码头作业实施装卸机械化，可有效地控制搬运工与装卸工肩挑背负时常见的职业病——扁平足、下肢静脉曲张、脊柱弯曲、职业性腰腿痛等。

改变工作体位，尽量把立位改为坐位，或使不舒适的坐姿改为舒适端正的姿势，并应根据作业台和身高调整坐位。目前一些纺织厂对纺织工提供活动座椅后，已有效地减轻了纺织工的劳动负荷与运动器官的紧张。

实行就业前健康检查，根据工人的体质与健康状况，合理分配工作岗位、进行新工人职业培训，使他们常规地符合工效学原则的作业要领；科学地组织劳动班次、合理规定劳动负荷，根据作业特点适当安排工间休息和保健操等。

人类工效学

人类工效学(ergonomics)，研究人—机器—作业环境相互关系，并把人视为主体，探索为劳动者提供适合于他的生理和心理要求的劳动工具、作业环境和劳动组织的途径，使劳动者得到最大限度的安全、卫生、舒适和满意的劳动条件，从而发挥其最高的劳动效率，创造最高的社会生产力。

人类工效学起源于欧洲，19 世纪波兰学者首先起用这一名词；但直至 20 世纪中叶由于工业生产中机械化、自动化迅速发展，才逐步受到重视，并发展成为一门独立的、新兴的边缘学科。英国是开展工效学研究最早的一个国家，1949 年首先建立了英国人类工效学研究会，1957 年起发行了人类功效学杂志，并成为极负权威性的国际刊物。美国于 1957 年成立美国人机学协会，并出版了多种专业书刊。此外，在联邦德国、日本、苏联，以及欧洲的一些国家亦得到发展。在此基础上，1960 年成立了国际人类工效学协会(IEA)。近年来，工效学在发展中国家兴起，1983 年在瑞典成立了"发展中国家工效学中心"(CEDC)；此后又成立了东南亚地区工效学协会(SEAEA)，从而开展了广泛的研究。

人类工效学研究在中国尚处起步阶段，1980 年成立了人类工效学标准技术委员会，隶属于国家技术监督局，负责研究、制订和审核与人类工效学有关的国家标准。此后，某些高等院校及专业研究机构相继开设了与自身学科相关联的人类工效学课程，开展了科学研究和学术交流活动。在此基础上，于 1989 年正式成立了中国人类工

效学学会。

研究内容 人类工效学是一门综合性的边缘学科，它所涉及的理论和技术，几乎都是从早已成熟、稳定的学科，特别是解剖学、生理学、生物力学和心理学中引伸过来的。例如，解剖学，它为人体测量学奠定了理论基础，辅以测量学技术，为人类工效学的作业环境设计、空间布局、活动范围大小等提供了人体静态和作业状态尺寸（如人体立高、坐高，上、下肢长度；立姿及坐姿时肢体活动范围及最佳角度等）的测量资料。生理学，用以研究肌肉作业的能量代谢、运动节奏、静力作业和动力作业原理，以及最适的劳动负荷等。生物力学，综合解剖学的人体运动系的肌肉、骨胳结构和物理学中的力学原理，研究最经济、最有效的用力方法，为合理设计手工劳动工具和机器操纵装置提供依据，并用以指导正确的负重姿势等。心理学则日益成为人类工效学的重要组成部分和基础学科，它重点研究人一机系统中人对信息的接受、储存和加工过程，以及在此基础上作出的判断和反应，为当今的微机化操纵系统设计合适的信息模式提供依据；此外，劳动过程不仅涉及劳动工具及作业环境，而且还涉及人际关系，因此在处理人际交往、职业道德、管理方法以及群体行为等等方面的问题时，亦应重视运用心理学原理和分析方法。

人类工效学在生产劳动中常用于研究因生产设备、工艺流程、工具及操纵器设计以及劳动组织等不符合劳动者的解剖学、生理学和心理学要求和规律所造成的劳动效率低、病伤事故多和产品质量差等不良后果。例如使用设计不合理的手柄工具所造成的手部软组织慢性累积性损伤（如腕管综合征）、经常处于强制体位所造成的局部劳损（如腰背部疼痛）、注意力高度集中或动作转换频率过高所造成的精神过度紧张，以及因劳动与休息安排不当所造成的过度疲劳等。此外，应用劳动卫生学和环境科学的理论和方法，消除各种危害因素，使其达到卫生标准要求，保护劳动者免受职业病之害，亦是人类工效学的工作内容之一。

人类工效学的工作内容很多，所涉及的面很广，各国工效学家研究的侧重面亦随本国生产技术水平及劳动力素质水平而异。但总的趋势是偏重于研究如何“使工作适合于人”，而较忽视研究“使人适应于工作”。其实，在充分考虑了工作适合于人的解剖学、生理学和心理的特点和要求的前提下，也应研究进一步提高人的智力和技术水平，提高人的生理适应和心理承受能力的途径，为实施职业素质选择和培训，改善职工的专业素质和心理素质提供依据。

研究方法 人类工效学的研究方法，一般采用实测法、实验法和作业分析法。实测法，最常用的是人体测量，借助测量器械，取得工效学所需的人体三维空间的参数；实验法，为实测法的补充，如为了得到某种按钮开关的按压力、手感和舒适感等人体要求的数据，一般可通过实验求得；分析法，一般是在前两种方法的基础上，对某种操作过程用轨迹摄影及高速录相技术，将每个连续动作逐一记录下来，然后进行分析研究，以便排除其中的无效动作，减少人的重心移动，纠正不良姿势，从而有效地减轻人的劳动强度，提高工作效率。

防癌检查

防癌检查（screening examination of cancer）是用人群筛检方法发现癌症病人或癌症可疑对象，然后再通过各种特殊的诊断手段予以早期确诊。防癌检查与癌症诊断及癌症病例早期发现的概念有所不同，癌症诊断与早期发现是通过病人求诊，再由医生给予诊断的，防癌检查则一般由保健工作者或保健部门有计划、有目的地主动进行，是属于一般预防的重要手段。

决定哪些癌症应列入防癌检查，首先要看癌症对人民生命和健康威胁的严重程度。在中国主要流行的癌症是胃、食管、肝、宫颈、肠和肺癌等。在京、津、沪除了上述癌症外，还有乳腺癌亦是危害妇女健康的主要癌症。因此防癌检查应重点考虑上述这些癌症。其次应考虑防癌检查方法的准确程度，亦即检查方法的特异度和敏感度以及有关的检查指标。敏感度是指某一检查方法在病人中获得试验阳性结果的比例，一个敏感的试验很少会遗漏癌症患者的检出。特异度是指某一检查方法对非癌症患

美国肿瘤协会推荐的早期发现癌症的对象、频度摘录

试验方法	筛检人群	筛检间隔
胸部X线摄片	不推荐	
痰液细胞涂片	不推荐	
乙状结肠镜检查	男、女性 50 岁以上	每年一次，2 次阴性后每 3—5 年查一次
大便隐血试验	男、女性 50 岁以上	每年一次
肛指检查	男、女性 40 岁以上	每年一次
阴道涂片检查	女性 20—65 岁	每年一次，两次阴性后三年检查一次，高危人群可增加次数
盆腔检查	女性 20—40 岁	每三年一次
	40 岁以上	每年一次
子宫内膜组织检查	女性绝经期妇女高危人群*	绝经期
乳腺自查	女性 20 岁以上	每月一次
乳腺临床检查	女性 20—40 岁	每三年一次
	40 岁以上	每年一次
乳房X线检查	女性 35—40 岁	检查开始年龄
	50 岁以下	由医生决定(咨询)
	50 岁以上	每年一次
健康咨询	男、女性 20 岁以上	每三年一次
癌症检查	男、女性 40 岁以上	每年一次

* 有不育史、肥胖、排卵不足、异常子宫出血或经雌激素治疗者

者获得试验阴性结果的比例，以防没有癌症者被误诊为癌。除此以外，还要考虑肿瘤自然史比较明确，早期诊断后有效的治疗手段，普查不会对筛检对象带来生理上或经济上损失等。

目前最有效的防癌检查是阴道涂片筛检宫颈癌及癌前期病变，其最理想的检查方案是：妇女从 25 岁到 60 岁每 3 年查一次，妇女一生共查 10—12 次，能减少 90%以上宫颈癌。乳腺癌的预防性检查亦有一定效果，可以通过定期进行乳腺图(X线)、临床或自我理学检查的方法进行。胃癌、肺癌、肝癌和肠癌亦有一些方法检查，但效果均未确定或费用比较昂贵。美国肿瘤协会推荐的防癌检查方法、对象和间隔期限可参考附表，确定高危人群开展防癌检查目前尚在研究阶段。

当有如下征象时应主动去医院求诊进行早期诊断：乳房异常结块，异常分泌；排便、排尿习惯改变，尿或尿中带血；溃疡经久未愈；鼻腔不正常出血或异常分泌；吞咽困难，异物感；痣或疣迅速增大；顽固性咳嗽，痰中带血或声音嘶哑；不明原因消瘦或持续性疼痛。

老年保健

衰老过程的特征

生物衰老是一个随年龄而逐渐演变的过程，在此过程中从生物的体表形态到器官的生理功能，乃至器官相互之间的调节控制都表现出衰老期所特有的变化，称为衰老过程(ageing process)的特征。

生长、发育、衰老、死亡是生物共有的自然规律。由于个体生命从受精卵起到自然死亡为一连续过程，很难在发育与衰老之间截然划分。根据人群普查统计，如以 10 年为一年龄组，虽然个体之间生长速度有些差异，但在一个年龄组的人群中大多数个体都发生的变化，即可认为是年龄正常生理过程。因此根据年龄划分：人类从初生到 20 岁为发育期，身体器官系统日益发展、趋于完善；20—40 岁为成熟期，生长减慢或停止，维持在恒定水平；40—65 岁为渐衰期或称衰老前期，器官系统功能逐渐转向退行性变化；65 岁以后为衰老期，衰退变化更为明显。中国按联合国规定，以年满 60 岁为老年人。

体表外形的衰老变化，在 65 岁以上的老人较明显，如老人须发转白、脱落稀疏；皮肤变薄，皮下脂肪减少，结缔组织弹性减低以至皮肤出现皱纹。暴露在外的皮肤表面如颜面和手背上出现棕色斑点；牙龈组织萎缩使牙齿松动脱落；骨胳肌萎缩影响肌力，双手握力、拉力、腕扭转力均减弱，步履缓慢；有些老年人由于骨质和钙的丧失产生脊柱弯曲，而其他部位钙质沉积引起骨质增生及关节活动不良。

正常生理功能的衰老

器官生理功能的衰老　在成熟期以后，器官生理功能随年龄增长而下降。如在感觉器官方面，老人眼睛在明视的条件下，视野与年轻人差别不大，但视力下降。晶体调节能力改变，透明度下降和因混浊形成老年白内障。老年人听力在低频与年轻人差别不大，但高频听域随年龄的增长愈来愈不敏感。发音时声调变高发尖，音色粗，声音发颤。嗅觉亦随年龄增长而减退。舌乳头味蕾明显减少，味觉首先是咸味，其次是甜味感觉降低。这种生理功能效率的下降影响许多系统。如以 30 岁的生理功能为 100%，与 60 岁老人相比较，则肺活量下降到 60%左右；肾血流量下降到 70%；心脏排血量下降到 75%；胃酸分泌下降到 60%。这些数值只反映生理效率降低的相对值。整个机体的体内每时每刻都有许多复杂的化学反应同时进行，这种反应相互作用，以保持机体自稳作用而呈平衡状态。老年人机体的自稳作用范围很窄，如体温、血糖、细胞内外离子含量的平衡，营养素、激素、气体、代谢物等的水平都只能在很小的范围内波动，才不会影响正常生命活动的进行。而年轻的个体在外环境骤然变动的条件下，能很快恢复和维持机体内环境的稳定。衰老过程的一个特点即衰老的个体对恢复机体自稳作用的速度逐渐减慢，尤其在应激情况下更为明显。如休息时，年轻人与老年人体温相似，但老年人保温和抗寒能力不如年轻人。又如血糖的水平，一般老年人和年轻人空腹血糖水平相差不大，但如进食糖类以后，老年人血糖水平上升较高，而且需要更长时间才能恢复到正常水平。血液pH值也有类似情况，老年人对碱应激反应能力较年轻人差。所有上述器官生理功能的改变以及机体自稳作用速度的减慢，归纳到细胞水平即是：①细胞膜通透性的改变。②细胞外间质的改变，例如胶原纤维的增生，弹性纤维弹性下

降，使肺和血管的收缩力下降，直接影响到气体和营养物质的交换。③微血管基底膜的增厚，增加了周围血液供应的阻力，发生了不利于细胞新陈代谢物质运输和交换，改变了细胞周围的环境，最终导致器官衰老和功能减退。但各种器官衰老时间参差不一，需进一步从动态角度研究不同器官和组织血流动力学和细胞通透性问题。

调节控制作用的衰老　表现在神经和内分泌两大系统对机体调节控制和整合作用上。根据心理行为所反映的神经功能，在60岁以后可见到动作和学习速度减慢，操作能力和反应速度降低等现象。神经系统内神经元随年龄增长而数量大为减少，且这种细胞的减少现象因不同部位而异。神经元胞质内"脂褐素"随年龄而增加，但目前尚未与功能联系起来研究。用放射性核素标记的氨基酸来研究神经元的蛋白合成，发现老年合成较慢，但蛋白质更新速度两组动物无差异。神经纤维传导速度老年比青年慢。老年动物的运动终板有退化现象。内分泌系统在发育到性成熟阶段激素分泌变化较大。成熟期以后性激素减少，伴随垂体促性腺激素分泌增加，是衰老时期的一种现象。但切除性腺并不影响寿命的长短。性腺雌激素分泌减少在妇女影响比较明显，出现更年期症状，除月经停止外，还会有神经和血管功能紊乱的症状。但睾丸的雄激素减少对于男性衰老的影响不像女性更年期受激素影响那样明显。对其他内分泌腺虽作了许多激素测定工作，但与年龄变化关系不大；只有胰岛素的作用与年龄变化有一定关系，如前所述，老年人在糖耐量试验中需较长时间血糖才能恢复正常水平，说明对胰岛素的反应减慢。

衰老过程十分复杂，所谓正常生理过程的衰老，由于人种、地区环境、营养条件等因素的影响，统计数值的变异范围尚很大，与老年病理改变相区别有时仍很困难，在分子水平上来分析一些变化，还需进行大量的研究工作。

衰老过程的化学变化　在衰老过程中机体的化学组成变化有：结晶的形成，大分子的聚集，不溶性物质的形成和蛋白质的变性。其中有些化学变化为不可逆反应。例如：原来呈溶解状态的物质逐渐形成结晶或不溶性沉淀，大分子中出现交联现象、蛋白质构型改变等。随着时间的增长，这些对身体不利的化学变化也增多。这些变化只是复杂的系统改变中的某一侧面，不能概括应用于所有的衰老变化。

结晶的形成是衰老过程中的一个明显变化。一般在溶液状态时每个离子由一些相反电荷的离子包围，最后形成一中性框架，正负电荷的离子在框架上呈周期性交替排列，如食盐是氯和钠离子构成的结晶，每一个离子由六个相反电荷离子包围。在溶液中离子呈可逆性反应交换，而在结晶状态时只有吸附在结晶表面的离子浓度比较恒定，而离子陆续进入框架时，则结晶逐渐加大，不溶解的沉淀增多。

大分子的聚集包括蛋白质、核酸、脂类和碳水化物构成的大分子，它们由单体重复连接而成多聚体。当它们处在溶解或胶体状态时，多聚体成均匀散在的无定形分布状态。但随时间增长，多聚体发生交联现象排列整齐呈结晶状。像无机盐一样，多聚体排列成结晶后则难于溶解。因此在衰老过程中，大分子中交联现象增多而溶解度降低，易发生沉淀。有些不溶性物质的形成不像结晶或多聚体构造那样规则而且能重复。它们是由异质性物质化合而成，化学反应过程为不可逆反应。由于有机体内功能基团种类繁多，由不同的链可以形成许多不同形式的大分子聚集，最终的衰老产物是使原来溶解的物质沉淀出来。

蛋白质大分子由氨基酸组成，氨基酸排列成有顺序的长链为一级结构。在其长链的某些区有高度规则的螺旋为二级结构。这些链本身还有折叠和扭转为三级结构。由于蛋白质的构型不同而产生不同的生物活性，由不同的化学链维持各种特殊构型。一般认为蛋白质变性是由于化学链破裂使分子构型改变，因而影响到生物活性。随着年龄增长易于产生这种构型改变现象。蛋白质变性也可使溶解度降低而且易于降解，使原来不暴露在外的活动基因暴露出来。外界的热、光、压力、表面张力、脱水现象均能加速蛋白质变性。

衰老的生物学基础

衰老是指细胞在形态、生理和生化功能等方面出现的不可逆的衰退性变化。衰老的生物学基础包括细胞衰老和细胞间质衰老。

细胞衰老　从发育的观点可将体内细胞大体分为生长性分裂间细胞、分化中分裂间细胞、可逆性分裂间细胞、短寿固定分裂后细胞、长寿固定分裂后细胞五类。前两类细胞发育程度不同，但均处于分裂间期，可继续分裂，如骨髓的主干细胞、血球母细胞、精原细胞、精母细胞等属此类。可逆性分裂后细胞为高度分化的成熟细胞，如成纤维细胞、软骨和硬骨细胞、内皮细胞及可再生的肝细胞等。如无刺激因素，这类细胞不再分裂。后两种固定分裂后，细胞都已高度分化，不再分裂，唯存活时间不同。短寿者来源于分化中的分裂间细胞，存活一定时期即以不同方式为新的同类细胞所替换，这种暂时性细胞不具有普遍意义的衰老现象。如胃肠道分泌酶、酸及粘液的上皮细胞和血液中红、白细胞等即是。长寿固定分裂后细胞是从胚胎时期形成的，存活时间较长，大多数与机体寿命相等。最典型的是神经细胞。分裂能力有限的肌细胞也属此类。在长期保持代谢及其特殊生理功能的过程中，这类高度分化的细胞可能产生一些与年龄成线性关系的变化。这些伴随机体衰老出现的变化，即是细胞的衰老变化。细胞的衰老可以从两方面来理解：一方面主要指固定分裂后细胞在机体衰老时所发生的变化，这时细胞代谢的主要方面表现为细胞物质的破坏，在结构与组成上的

改变,另一方面指细胞内的原发性变化,它与机体的生长与分化密切相关,但同机体的衰老未必同步。如在发育中的胚胎及变态中的动物都有不少地方可见到细胞大量死亡。在成熟个体的短寿固定分裂后细胞,如血液红、白细胞,也在不断更新。他们在死前都有退化变性的过程。

体内细胞的衰老变化,从形态上看,包括细胞数量的减少,细胞器的改变以及脂褐素的堆积。细胞数量的减少,最突出的是卵母细胞。新生儿每侧卵巢有15万—50万个卵母细胞,青春期后逐渐减少,绝经期前约为34 000个。妇女一生除排出近400个成熟卵外,其余卵母细胞都以闭锁形式相继消失。闭锁的机制不清楚,是有待研究的一种特殊类型的衰老过程。细胞减少现象在神经系统也较普遍而更复杂。如大脑某些区域皮质的锥体细胞、小脑Purkinje细胞、脑干的某些神经核细胞及脊神经节细胞都随增龄而减少,但减少的程度、速度与时间并不一致,且似有区域特异性。中年以后运动及感觉功能减退可能与这种减少有关。

细胞器的衰老变化主要表现为线粒体、高尔基体、内质网及胞核的变化。肝细胞在衰老时线粒体也有类似变化。老年人B淋巴细胞内线粒体有时膨胀,失去嵴而代之以髓样板层结构或低密度的物质。高尔基体的衰老变化在神经细胞内表现为碎不成网,且改变原来的核周位置,在心肌细胞内表现为高尔基复合体的增多。

在衰老的脑垂体前叶促性腺激素分泌细胞的内质网有明显的小池样空隙。神经细胞内的粗面内质网随增龄而失去其典型结构,这同光镜下所见的衰老变化,即Nissl小体减少、胞质嗜碱性降低是一致的。胞核的衰老变化主要表现为核内呈Feulgen阳性反应的染色质减少,核膜内陷形成皱壁也较常见。胞核体积缩小,RNA平均含量下降。

脂褐素堆积是在分裂后细胞衰老中比较普遍的现象。在骨胳肌、心肌及神经细胞中尤为突出。脂褐素在不同动物及不同器官内结构与组成不尽相同,但其含量随增龄而增加则是一致的。脂褐素为自发荧光的褐色颗粒,具有脂类的染色特性,电镜下可见脂褐素外周有一单层膜包围,内为嗜锇(Os)性物质,直径0.5—2.5μm,内部有时含电子透明区或板层结构。组织化学的研究认为脂褐素为不断降解的蛋白质与氧化的不饱和脂肪形成的交联多聚体。其随年龄增加的速度因不同细胞不同动物而异。如人类小脑Purkinje细胞内脂褐素的增加速度为海马回锥体细胞的1/10;脂褐素的来源众说纷纭。多认为来自线粒体,但因脂褐素内含有一些与溶酶体相同的酶,如碱性磷酸酶和组织蛋白酶等,故也有人认为溶酶体参与脂褐素形成。脂褐素堆积现象由于除老年细胞外在少数疾病中也出现,因此还不能肯定它完全无害。实验证明,缺乏维生素E可使低龄动物提早出现脂褐素。某些药物,如氯酯醒等,可以抑制脂褐素在神经细胞内形成,并在个别情况下有改善功能的迹象。根据对人的成纤维细胞离体培养的研究证明,细胞本身的新陈代谢过程作为内在因素在促进其自身的衰老中也具有重要作用。

细胞间质衰老 细胞间质在体内分布很广,约占体重的23%。细胞间质在衰老时产生一些变化,可影响细胞的代谢活动,导致器官功能减退。细胞间质包括蛋白质纤维和胶状基质,纤维由胶原蛋白、网硬蛋白和弹性蛋白形成;基质则主要含氨基葡聚糖类。细胞间质以纤维形式成为细胞间的填充物质,或是以胶质形式围绕在细胞周围成为细胞的微环境,因此间质与细胞关系密切,对细胞本身的营养、代谢、物质的交换均起一定重要作用。

胶原初合成时,胶原蛋白的多肽链之间很少交联现象,易溶于中性盐溶液。但当胶原蛋白成熟后,内部分子开始衰老,则多肽链内部交联现象增加,不易溶解。年轻动物组织中新合成的胶原蛋白比例高,这种可溶性的胶原蛋白不断更新补充。而在年老动物中大部分胶原蛋白成为不溶性的成熟胶原蛋白,比较稳定不易更新。由于胶原蛋白分子结构中交联现象随增龄而增加,不溶性胶原蛋白量的增加,引起纤维组织硬化,阻碍物质的交换,导致器官组织功能的下降。

网硬蛋白纤维支持微血管的衬底及肌膜的外层,在组织器官衰老时,微血管周边大量纤维蛋白的增加,可影响营养物质的交换。在肌膜周围纤维蛋白的增加则影响肌肉收缩功能。

弹性蛋白的分布不如胶原蛋白广泛。主要分布在皮肤、大血管壁、韧带等部位。在人类主动脉壁弹性蛋白中发现有两种荧光物质,其中一种与年龄变化无关,而另一种荧光物质则随年龄增长面增加,可能表示分子内交联现象增加。此外,老年组织内的弹性蛋白对钙质亲和力有所增强。

基质是细胞外的微环境,因细胞并非浸泡在组织液内,而是由不同浓度的胶质性基质所包围。基质内有血浆蛋白、无机盐、水分和氨基葡聚糖。氨基葡聚糖类包括有透明质酸,硫酸软骨素A、B、C,角质硫酸盐等,其中以透明质酸最为重要,如在关节滑膜液中及眼玻璃体液中均含大量透明质酸。在老年时透明质酸的水分减少而粘度加大,影响到正常的功能。

纤维蛋白结构中交联现象随年龄增长而增加,以至纤维可溶性下降,发生硬化,一方面影响器官本身的弹性和收缩能力,另一方面也妨碍了物质的运输与交换。衰老时胶质中水分减少,亲水力降低,使胶质粘度增高,因此不利于物质运输。由于细胞外间质部分在全身分布很广,因此其衰老变化对整个有机体功能的影响十分重要。

衰老机制

衰老机制(mechanism of ageing)是研究有机体在衰老时产生的组织结构、生理、生化变化的规律。两千多年前无论中外都曾提到一些看法,但迄今了解不多。随着

科学技术的进步，这方面的研究工作已进展到细胞与分子水平。

概括来说，衰老的起因不外乎内因与外因两方面。内因主要为遗传因素，动物种属不同，最长寿限各异，这是由遗传决定的，可能存在既定的衰老"程序"。然而在同一寿限之内排除疾病因素后，寿命仍有个体差异，这是衰老速度不同的反映，非单一的遗传因素所能解释。至于外因，首指个体所处环境，如动物接受辐射会产生类似衰老的变化，甚至有人认为辐射使染色体畸变导致衰老；又如环境污染对寿命的影响也日益严重。其次是细胞周围的体液与基质，如神经内分泌(如儿茶酚胺等)的衰老变化及胶原蛋白的交联变性都属细胞微环境变化，有可能影响细胞的形态与功能。因此对衰老这样复杂的问题只能从相互作用、相互依存的多方因素来解释。衰老起因的学说中讨论较多的有下列 4 种学说。

(1) 错误"成灾"学说：此说首由Orgel(1963)提出，意指细胞里的核酸和蛋白质在生物合成中如果由于某些原因而发生错误时，这些错误可能会积累扩大，引起代谢功能大幅度降低，造成衰老。错误如何积累取决于错误发生的环节，如果与DNA合成有关的酶，因本身合成中发生错误而改变活性，就可使转录DNA模版的效能下降，导致核苷酸次序错误而复制出错误的蛋白质，从而会引起细胞功能特性的某些改变。这种改变可能干扰另一些核酸和蛋白质的合成，增添新的错误，由此而造成错误的灾难，机体随之衰老。自从提出此学说后，有不少研究者企图加以证实。如利用成纤维细胞培养提取DNA多聚酶进行复制实验时发现，从经过 40—50 代培养的细胞中提取出来的酶活性显著降低。此外，用由年老(经过多次分养)和年轻(只经过几次分养)的成纤维细胞分别提出的DNA多聚酶来复制一种人工合成的只含腺嘌呤与胸腺嘧啶的DNA时，合成复制中会出现含鸟嘌呤与胞嘧啶的DNA，这表明复制上发生错误。如以出现其中之一为一次错误来计算。则可见衰老细胞的DNA多聚酶进行合成时错误出现次数较多。从衰老小鼠的肝细胞中所提出来的DNA多聚酶也表现相似的情况。这都表明衰老细胞的DNA多聚酶不能忠实地复制DNA，原因是产生酶的过程中某一步骤可能发生差错。

(2) 程序衰老学说：此学说认为衰老可能由于所有分裂后细胞有个死亡的"定时钟"。在发育中的末次分裂时即安排下死亡的时间。如神经细胞即不断在死亡，且死亡速度因区域而异。整个机体的衰老现象也是根据这种预定时间"程序"先后表现出来的。至于控制这一程序的动力可能来自与衰老有关的基因，在特定的时刻由特异的基因激活某种退化过程，产生组织所特有的衰老变化。性成熟后胸腺退化似乎就是这种"定时钟"的作用。但此学说的实验根据还很不够，只能从一些现象来推测，如在培养人的成纤维细胞时由正常胚胎取出的细胞可分养 50 代，由成年组织来源的细胞只能分养 20 代，表明细胞的复制在遗传控制之下按预定程序进行。现已知几乎所有脊椎动物细胞在体外培养的代数都同供体的寿命相关。又如在鸡胚胎发育时翅芽发育到一定时期则在后方与体壁连接处出现坏死带。人和大小鼠的指(趾)间连接处也有相似的变化。有人证明鸡胚翅芽在发育第 4 天产生坏死。如在 52—64 h前取出该处细胞移植到别处则不会坏死。因此说明导致细胞死亡的"程序"于 52—64 h前已开始，到第 4 天细胞才死亡。

(3) 自由基学说：此说认为衰老源于自由基对机体的伤害。自由基是含有不成对电子的基团，反应能力很强而存在时间极短。辐射(如紫外线)、高温(450℃以上)或氧化还原反应中都可产生自由基。一种自由基又可引起连锁反应而产生其他的自由基。在生物体内一些代谢反应的中间产物中即含有自由基。分离的线粒体呼吸链及微粒体对药物的代谢作用中自由基反应似乎最强。有迹象表明随年龄增长血液中的自由基增多。有些自由基具有与胞嘧啶双链结合的特性，故有可能破坏DNA活性，对细胞有害。脂质过氧化作用在生物体内为自由基的一种连锁反应。离体实验证明细胞膜上的脂质过氧化可破坏膜结构使功能下降。老年细胞内常见堆积的脂褐素也是不饱和脂肪酸过氧化的产物。自由基引起脂质过氧化不只破坏脂肪酸，而且可以灭活蛋白质，形成交联多聚体，特别是含有巯基的酶最易灭活。根据自由基导致衰老的假说，可以推论防止自由基的危害将对机体有利。有些实验工作是在饲料中加抗氧化剂，结果发现实验动物最大寿限虽未改变，但平均寿命延长 15%到 30%。有的实验，在培养基中加入抗氧化剂可延长线虫的平均寿命由 35±2 d到 46±2 d，并在电镜下看到脂褐素堆积推迟。除抗氧化剂外有些所谓自由基净化剂如丁基羟基甲苯(BHT)，也有类似效果。从这些实验看来，抗氧化剂似有推迟衰老的作用。

(4) 神经内分泌阶段式调节学说：此学说由Finch(1976)提出，认为在机体成熟后随年龄增长而产生的变化是从早期发育中的神经内分泌机制延伸而来，这是一种阶段式调节，例如绝经期妇女的激素分泌变化就是这种阶段式调节的晚期现象。性成熟妇女在每晨初醒时照例分泌生长激素，雌激素水平对此分泌起调控作用。绝经后这一分泌减少或停止。生长激素日分泌量的减少又会影响对它敏感的其他器官的功能(如肝)，这种功能变化可能进一步扰乱控制生长激素的脑垂体，从而产生一系列变化。所以一种激素分泌变化会改变其他激素分泌及其反应。在衰老中对神经因子、激素分泌及靶细胞反应的调节作用都会产生变化，至少有某些变化互相关联而且不断进展。Finch认为脑内儿茶酚胺的年龄变化在发动激素调控中的一系列变化上占主要地位。如增加脑内儿茶酚胺水平的药物左旋多巴及异烟肼、异丙肼，可使排卵周期停止的大鼠恢复周期。有人用左旋多巴给停经后的震颤麻痹综合征患者应用，可引起子宫周期性出血。震颤

麻痹综合征及其他锥体外系的运动失常都与神经儿茶酚胺代谢改变有关。在衰老时震颤麻痹综合征增加及老年震颤增多也是儿茶酚胺代谢发生变化的结果。用寿限短的小鼠作实验，在饲料中加入左旋多巴后可延长生育期及寿命，这些都表明中枢神经系统内儿茶酚胺的水平对维持旺盛的功能有重要意义。

总之，Finch认为没有必要用内在的分子或细胞的衰老机制来解释大多数细胞的衰老。可以把衰老的原因归之于神经内分泌对细胞的调控，而神经中枢儿茶酚胺的衰老变化在这一调控中具有关键的作用。

老年人心理学

老年人心理学(elderly psychology)是50年代以来心理学中正在迅速兴起的一个分支学科，主要研究随着人的年龄增长、逐步年老而发生的心理活动的变化和规律。研究的年龄范围是从人的成年直至老死的阶段。由于人的心理活动都以神经系统和其他器官的功能作为基础，同时也受社会因素的制约，因此老年人心理学涉及生物和社会两方面的内容。

老年人心理的一个重要特点是个体差异大。同样70岁的老年人，有的心理发展可以相当于50—60岁的人，而有的却和80—90岁的人近似。老年人的各种心理功能的发展变化也不一致，如有的老年人运动反应虽然已经很慢，而对熟悉问题的分析判断能力却仍很清晰准确。

老年人心理活动一般规律 主要有以下表现：

运动反应时间 心理运动作业指人体随意肌完成的一种由人的意识控制的习得反应。它包括对刺激的知觉、作出何种反应的决定和运动反应动作三个部分。老年人运动反应时间长的主要原因是观察环境作出决定及考虑动作如何掌握、操纵上花费时间。如果允许老年人观察考虑然后作出反应，则和年轻人反应时间上的差别缩小，并且错误较少。老年人复杂反应(对几种刺激有选择地作几种反应)的反应时间与年轻人的差别，大于简单反应(对一种刺激作一种反应)的反应时间的差别。对较弱刺激、不恰当刺激或者包括选择的复杂动作序列，老年人和年轻人的反应时差别都会加大。老年人的反应时间一般比年轻人约慢10—20%。反应时间常被看作是中枢神经系统功能状态的一种表现。

学习和记忆 学习新事物困难，记忆力差是老年人的特点。时间因素对老年人学习影响的研究表明，学习的材料呈现速度较快，则老年人和年轻人学习成绩的差距较大，如果让被试者自己掌握刺激速度，则老年人虽仍比年轻人差，但差距小得多。老年人学习的错误多属遗漏性质。如果要求在很短时间内作出反应，则老年人学习比年轻人更受影响。这主要是由于在记忆仓库里提取反应信息花费时间。如果学习材料内容与老年人生活经验有密切联系，老年人会学得和年轻人几乎一样好，但当材料内容对老年人是生疏时，其学习效果就会比年轻人差得多。

学习和记忆紧密联系，学习包含获得、储存的记忆过程。对于在几秒钟内刚刚听过或看过的，当时还保留在脑子里的事物的记忆，为初级记忆。如记5、6位数字的电话号码或词，老年人的这种记忆减退得很慢甚至不减退。国内外研究表明，像顺背数字这种包含初级记忆较多的记忆，老年人减退较慢。如要求记忆一序列刺激材料时，老年人对序列中最后呈现的几个刺激记忆较好。这都证明老年人初级记忆很少减退。次级记忆即先行储存，然后从记忆仓库里提取的记忆过程，则和年轻人的差别比较明显。老年人对图片、故事或词的回忆都明显比年轻人差。老年人难于同时进行两项工作，在分散注意的条件下记忆障碍表现更为明显。“再认”是再度感知曾经感知过的事物时加以确认的心理过程。在这方面老年人虽然略有减退，但还保持很高的水平。

智力 采用Wechsler成人智力量表的研究观察到，测验中的语文量表成绩在年老时仍保持良好，直至70岁时开始有明显的减退，而与心理运动速度、知觉整合等能力有关的作业量表成绩在75岁后就逐步衰退。语文量表中的常识、理解两个项目到75岁仍可保持相当高的水平，如果其成绩明显衰减，往往是老年器质性精神病的指征。

有人将智力功能分为“液化智力”和“晶化智力”两类。前者指不依赖文化知识背景的对新事物的学习能力，在成年早期达到最高峰后即随年老而逐步衰退，如注意力、知觉的整合能力、心智的敏捷度等；后者则指习得的能力，和文化知识、积累的经验有关，如知识的广度、判断力等。这种智力自成年以后不但不减退反而有所增长。

智力的发展个体间差异很大，与教育、职业、健康状况和性格等很多因素有关。工作顺利、生活和家庭环境满意，会使智力功能的减退明显推迟。在青少年时期具有较高智力水平的人，到年老时智力功能减退也较晚。经常用脑的人，其智力衰退也推迟。

性格和社会适应 老年人在对待环境上有从主动转向被动、由朝向外部世界转而朝向内心世界的明显趋势。

有人用纵向研究发现，老年人的活动性、反应能力、控制能力和情绪变化常与患病或出现重大不幸事件(如亲人亡故等)有关。

性格和对社会环境的适应密切关联。有人观察到可以根据一个人的性格特点预测他的适应能力。某些性格类型(如成熟型、逍遥型和防御型)对环境有较好适应，有些性格类型(如易怒型和自我憎恨型)则容易对环境适应不良。老年人常有抑郁感，常由于丧失自尊心、疾病、寂寞感引起。

老年人人格改变 客观现实的各种因素通过人的实践活动不断地影响并作用于人体。这些影响不断地积累、充实和丰富人的内部世界，使人成为从事社会实践的主体，成为完整、具体和现实的社会成员，这就是人格。人格

具有一定的意识倾向和鲜明的个体差异。一般情况下，学龄前期已形成人格的雏型，至青年期后则相对稳定。老年期有的人又发生改变。有关神经生理和心理方面对老年人人格改变的影响，可归纳为两个因素：①生物学因素：即个体各组织器官的老年性变化，如大脑皮质萎缩，神经细胞数量减少，脑内蛋白质、氮、磷等含量减低，神经递质的平衡变化等。②社会心理因素：包括上述变化影响感觉、知觉、思维、记忆、智力和行为的变化。

一般认为老年人所表现的行为方式，一旦违反其平时的心理特征，并偏离当时的社会常模(social norms)，即与他所处的时代和文化背景不一致，则应视为人格改变。人格改变不同于精神病的表现，也不能被认为品质或道德不良。

老年人的人格改变，以不同性质的行为障碍较为突出，有的伴有孤独，检查时未见智能缺陷和神经系统阳性特征。某些老年人表现出对不幸或苦楚的反覆声诉，其主诉目标多指向周围邻居或社会性机构，而检查又未发现精神分裂症或抑郁症的指征。还有的老年人表现为注意力内收、多疑或不安全感、自私、贪小利和幼稚等。能列为类型者有：①自恋型：人到老年不可避免地要发生某些个人的自我尊重因为使他渐渐地难以保持其个人原来的地位，当他的注意力集中到这一方面时，不少老年人可出现情绪低落，有的且较严重，可伴有疑病症、代偿失调性偏执等症状。②依赖型：有些老年人，易产生一种被引入依赖和被动心境的感觉，他们常借口疾病作为一种满足他们依赖所需要的手段。他们对退休后的生活可以感到心满意足，因为不必再应付工作上的需求。这样的老年人为了自己心境愉快，往往从社会服务部门或其他类似机构寻求支持。

有些老年人的人格改变，可能有器质性变化的基础。如情绪不稳，对冲动失去控制，脾气暴躁及不恰当的过激行为。有的则表现淡漠无欢，对平时爱好不感兴趣。在检查时虽未发现神经系统阳性体征，但提示有额叶病变，称额叶综合征。同时易激惹和出现轻度认知障碍，并可导致对社会现象不良判断，因而需要密切观察或监护。若一旦发生不良行为，可引起社会或法律问题。冲动性或暴发性行为，无论对老年人本身或其他人都是危险的。

老年人的人格改变，轻者多不被人所注意，明显时方视为异常。人格改变与神经症不同，神经症的内心冲突常隐蔽在自己内部，而人格改变则表现于外。两者相比，人格改变缺乏焦虑感及内在性不适，而对环境的难以适应则较为突出。对老年人的人格改变要特别注意排除器质性疾病，以免贻误诊治。

老年人的人格改变较难矫正。心理治疗虽有一定效果，但不巩固。对情绪暴躁、冲动行为等表现，可选用适当的精神药物。但剂量宜小，并注意其不良反应。此外，多鼓励老年人参加集体活动，使日常生活规律化。

老年病特点

老年人由于机体器官的组织形态和生理功能随年龄的增长逐渐发生衰退的老年性变化，因此，在疾病的表现、诊断、治疗及预后方面，均有与年轻人不同的特点。

(1) 多病共存：老年人患病常为多系统病变同时存在，即使一个系统也可能有多种病理变化。因此临床表现错综复杂，可以出现一病多症或一症多病。特别是神经系统与全身疾病关系密切。在鉴别诊断上常造成困难，在处理上也要考虑到这种多方面的复杂因素，一般老年病人经过检查总有二三种值得注意的病变。据国内资料统计，在住院的老年病人中，同时具有两种以上重要疾病者占85%左右，有三、四种疾病者占50%左右，因此在治疗上除针对各种病症的措施外，一定要从整体出发，注意全身疾患和状态。

(2) 发病缓慢：由于老年病多属慢性退行性变化，故有时生理变化与病理变化的界限很难区分。初期病理进行缓慢，症状常不显著，容易与一般生理性老年变化相混淆而被漏诊，如体态变化、肢体发僵、动作不灵等比较多见，但有时容易与初期震颤麻痹的体态屈曲、行动迟缓、肢体僵硬相混淆。甲状腺功能减退或亢进的初期症状也不明显，常常是经过一段时间后才被发现。因此，对老年人的观察要细致敏锐，对他们感觉及行动上的可疑变化要提高警惕；但也要防止将正常的衰老变化认作病态，而予以不必要的处理。

(3) 临床表现不典型：由于体质上的差异，老年人患病的临床表现常与年轻人有明显不同，如老年人体温调节功能差，发热反应不如一般人明显，甚至有些严重感染，如肺炎、肾盂肾炎等在老年人体温可不升。由于老年人痛觉不敏锐，反应差，有些在一般人能引起剧烈疼痛的疾病，如急性心肌梗死、胸膜炎和内脏穿孔后的腹膜炎等，在老年人就可能只有轻微的不适感，因此常易误诊。值得特别注意的是很多老年人患病常先出现神经精神症状，如有的老年人患心脏病，其首发症状却是昏厥，有些严重的感染其主要表现为嗜睡。心力衰竭加重时可出现精神错乱的反应，有时老年人病变系统的症状不明显，却表现为其他系统的症状，如有充血性心力衰竭时可先出现消化系统症状，如味觉异常、腹胀及腹痛等。

(4) 发病诱因有时不同：如心肌梗死的诱因在老年人不一定是运动过量，情绪激动或饮食不当等就可诱发严重后果。此外，由于老年人免疫功能低下，抗病能力减弱，原来就在人体内存在的不致病细菌，可使老年人感染发病，而且这种感染常为多菌种引起，故在预防方面有其独特之处。

(5) 易发生并发症或脏器功能衰竭：因为老年人脏器功能趋于衰退，贮备能力减少，适应能力减弱，机体自稳性差，在无意外打击的情况下尚可保持平衡和正常，但

在疾病应激状态下则很容易发生功能不全或衰竭，其中以心、肾、肺和脑的功能较易受影响，如肾功能不全就容易出现水和电解质紊乱。此外，由于老年人免疫功能下降，在原有疾病的基础上容易发生感染或其他并发症。如卧床久的患者很容易发生褥疮、肺炎、血栓－栓塞病、骨质疏松和大小便失禁等。因此，在老年病的治疗中特别强调要注意早期活动，尽可能减少卧床时间，鼓励老年病人多下床活动。治疗措施要慎重及时，因为很多老年病在发现时已非早期，要尽量作到早发现、早治疗，康复医疗在老年病的治疗上有特殊的意义和重要性，它对维护和改善老年人机体功能，减少病残是非常需要的。

（6）药物治疗易致不良反应：一般老年人对药物的代谢及排泄功能减弱，对药物耐受差而敏感性增加，容易出现不良反应，甚至危及生命。因此，剂量应适当减少。平时对老年人可用可不用的药物最好不用，以免造成不良后果。如氯丙嗪和巴比妥类药物在老年病人容易导致低温，洋地黄类药物容易出现中毒反应。对肝肾功能影响较大的药物更要慎用。

老年人卫生与保健

根据科学推测人类的自然寿命应比现在的实际寿命长。主要由于疾病、创伤、社会环境以及遗传因素等不良影响，使人们未能达到预期寿命而过早死亡，有些人则较快地出现早衰。自古以来，人们就不断追求长寿之法，当今人们所希望的应该是健康的长寿，要预防和减少老人病残，使他们不但能做到生活基本自理，还能保持一定的工作和劳动能力，使多数人能愉快地度过晚年。老年人卫生保健应该注意以下几点：

（1）思想开朗，精神愉快：精神状态与健康关系极大，尤其是人到老年，心理上也有变化，易感抑郁，应从多方面预防。首先思想要开朗，生活要有乐趣，不能过度紧张，也不要无所事事，要做力所能及的工作，不致感到闲散无聊，工作之余有精神调剂，如养花种菜，写字画画，看报读书，各种技艺等家庭劳动或其他文娱活动。要参加一定的社会活动，与人交往，不要闭门独居与世隔绝。

（2）经常参加体力活动：生命就是不断的运动，不断的新陈代谢。保持健康就要保持适当的体力活动，而且要持之以恒，体力活动可增进新陈代谢，改进血液循环，减少肌肉萎缩，保持或改进脏器的功能，使人保持旺盛的精力。适合老年人的运动有散步、慢跑、体操、太极拳、气功、游泳及其他一些运动。有些家务劳动，以及对活动受限的老年人进行的肢体功能锻炼及康复训练也属于这个范畴，运动量应视个体情况而定，不宜过量。

（3）保持脑力活动：主要指思考和学习。脑力也和身体一样，要在不间断的运用和锻炼中才能保持其功能和健康。尽管老年人记忆力有所减退，反应较迟钝，但由于他们有丰富的生活和工作经验，理解能力一般较强，在他们所熟悉的工作上，智力并不减退。适当脑力活动有利于增强中枢神经系统的张力，提高大脑皮质的正常功能，脑力活动停止，也会出现脑力的减退。因此，人到老年即使已退休，脑力活动仍不应停止，当然也要从实际出发，不能过度的紧张或劳累。

（4）生活规律，讲究卫生：规律的生活对老年人很重要，要按时作息，养成良好的卫生习惯。如口腔卫生，早晚刷牙，餐后漱口，注意个人整洁，定时洗澡更衣，保持会阴部、腋下、臀部皮肤的清洁干燥，洗澡时间不宜太长，水温不宜太热，不要多用肥皂，以防皮肤油脂脱失太多，引起干痒。衣服要松软适体。鞋子要轻软适足，不可太紧，鞋底要防滑。很多老年人有脚病，如胼胝、鸡眼、足趾畸形、趾甲内嵌等，鞋子不合适，会影响日常生活。要有充分的睡眠，使脑力得到很好的休息。一般老年人睡眠 7 h左右已足，中午可有短暂的午睡。尽可能少用或不用安眠药，晚间不宜过于兴奋或用浓茶和咖啡，注意使精神镇静松弛。温水泡脚有助老人睡眠。工作或劳动中间要有适当休息。除病情需要外，老年人不宜长时间卧床或久坐不动。严禁吸烟，戒烟不只是为了防癌，主要是对很多器官都有好处，如减少下呼吸道感染及心血管疾病的发生。不要饮烈性酒。要保持大便通畅。不要随意用药。注意环境卫生，争取多在新鲜空气中活动，适当的户外活动和晒太阳，特别是冬季很重要。心理卫生也很重要，防止过度紧张和忧虑，避免精神创伤。

（5）合理营养：参见“老年人的营养和膳食”条。

（6）定期健康检查：老年人自觉症状多不明显，很多老年人不愿找医生，因此对老年人要作定期健康检查，尽量用无创性检查，重点是心、脑、肺、肾等脏器的疾病和肿瘤，了解重要脏器的功能状态，实验室检查也很重要，它不但能为老年人的脏器功能提供参考，还能发现某些隐匿性的疾病，有些生化及免疫检查对估计衰老的进展有一定价值。要建立健全老年人医疗保健组织，不但对老人作定期的健康检查，还应该作定期的随访观察，给予及时的保健指导和预防治疗。

（7）预防常见病及意外创伤：老年人多数已患有一些程度不同的器质性疾病。因此预防工作除一般病外，更重要的是预防已患疾病的发展和并发症的发生。特别要采取措施保持和改善老年人机体的功能状态。老年人的主要常见病有心血管病（如高血压、动脉硬化、冠心病等）、脑血管病（如脑血栓形成、出血、供血不足等）、慢性支气管炎、癌（以肺癌、结肠癌、胃癌较多见）、糖尿病、增生性骨关节病、骨质疏松症、前列腺增生症、老年性白内障、老年性耳聋等。容易发生的意外创伤主要有跌倒及骨折，有时后果很严重。要针对上述各种疾病和意外创伤，提出有效的预防措施。祖国医学的推拿、按摩、针灸、气功等有一定的保健效果。一般而言，只能在机体需要时，对健康起辅助作用，效果往往是短暂的，根据人体衰老学说，人们还在研究推迟衰老的药物。预防衰老的关键要从

身心锻炼，改善环境，消除污染，改善生活习惯，防病治病做起，同时辅以适合老年人的保护性措施。社会医学与老年人关系甚为密切，涉及老年人的社会学、心理学方面的问题也很多，社会福利的改善，可以减少很多患病或发生意外的机会。特别是孤独无依或疾病缠身的老人，更要靠政府及社会组织给予照顾和帮助。

老年病人康复治疗

老年病人康复(rehabilitation)治疗是指通过各种措施包括理疗、体疗、针灸、技能锻炼、言语锻炼、心理治疗等尽可能保持或恢复其功能，以期达到老年人生活能完全或部分自理。老年人机体各器官的功能有不同程度的衰退，患病后极易产生某些器官功能障碍或致残。致残不仅给老年人本身带来不便和痛苦，也给医疗保健及社会增加负担。因此康复治疗在预防和治疗机体功能障碍上具有积极作用。

进行康复治疗的老年病可归纳为三类：①神经和骨骼肌肉系疾病引起的功能障碍或病残，如脑中风后的失语和偏瘫，骨关节病所致的关节僵直和功能障碍。②长期慢性病引起器官的功能不全，如眼耳疾病所引起的视力、听力衰退，慢性支气管炎、肺气肿引起的呼吸功能衰竭，冠心病所致的心力衰竭。③急性病后出现的全身性或某器官的暂时性功能障碍，如急性心肌梗死后的心功能不全、急性肺炎引起的呼吸功能不全。

康复治疗的内容：针对上述情况康复医师为老年患者制订具体的康复训练内容，循序渐进，以期达到完全或部分康复的目的。主要内容有助盲康复训练，言语训练，助听及辅助视听训练，对肢体关节障碍者采取理疗、针灸、体疗和工疗等；对瘫痪者训练使用助行器、轮椅车；对大小便失禁者训练自控能力；对截肢者的配带假肢辅助训练。对脏器功能有障碍者在疾病的急性期注意维护及预防发生衰竭，病后进行体疗、理疗等，以辅助功能的恢复和改善。结合老年人心理特点，心理学家对他们进行心理分析的治疗。鼓励老年人走向社会，参加社会活动，避免孤独。在康复治疗中为老年病人创造良好生活环境、家庭设施以及适合各种功能障碍的用具、衣物等必需品也很重要。老年人的康复医疗一定要在专家的指导和监督下进行。

康复治疗的队伍：是由有专业知识和熟悉老年病特点的人员组成，包括专科医师、理疗师、体疗师、技能训练师、言语训练师、盲人辅导师、心理学家、家访护士以及社会工作者等。康复治疗首先要得到患者信任和合作以及家属的配合。

康复治疗的原则：先要明确诊断，了解全身状况以及功能丧失的程度，其次要预防续发功能丧失以及保持和改善现有的功能，最后是让老年人尽可能保存生活自理的能力，减少对外界的依靠。

康复治疗的注意事项：在治疗前应注意了解病情和全身状况，特别是智能、精神状态、主要脏器功能以及老年人生活习惯，家庭情况。根据个体情况制订具体康复计划，在实践中不断改进以期达到预期的目的。康复治疗时应注意：①掌握老年人心理状态，耐心作解释工作，不断鼓励增强信心，坚持锻炼。②安全很重要，防止跌倒、碰伤及负荷过重。③原则上根据个人具体情况让老年人主动锻炼，给以必要的扶持，过分的扶持和保护起不到康复作用。④预防感染和其他并发症。⑤严密监视在康复治疗中老年人出现的心、肺、脑、肾的变化，并及时处理。⑥创造必要的条件，如用具、设施等，以利老年病人能在家庭中坚持锻炼，巩固疗效。

老年人的营养和膳食

随着社会老年人口的增加，老年人的营养问题日益受到重视。营养状况与老年人健康、疾病和衰老进程有密切关系，故对老年人的营养和膳食(nutrition and diet for elderlys)应有一些特殊的要求和安排。

老年人营养和膳食的要求　(1)应能适应老年期生理代谢特点：老年期的生理特点是机体结构和功能的衰老变化。主要表现在实质细胞减少、脂肪组织增加、脏器萎缩和功能下降，胃肠蠕动减慢、消化液和酶分泌减少、结缔组织老化、胶原僵化、牙齿缺损、身高体重下降等。老年期代谢特点，主要表现在组织蛋白质以分解代谢占优势，易出现负氮平衡；代谢脂肪的能力减低，中性脂肪及类脂在血浆中浓度增高；对糖类代谢能力下降，血糖增高；体内重要的无机盐和维生素含量减少。

(2) 应有助于预防常见老年病的发生：老年病是加速衰老、缩短寿命的重要原因。尤以心血管病和恶性肿瘤影响最甚，这类疾病与营养膳食关系密切。

(3) 应有利于延缓衰老的进程：营养和膳食对衰老的进展有一定影响。要适当考虑和发挥营养因素的作用。

老年人营养素供给标准　为了满足老年期营养的特殊需求，各种营养素应有相应的供给，中国1988年10月已公布了老年人营养素供给标准。

热量　限制热量摄入。人类资料表明，长寿者多为热量适宜或偏低者，体重适宜或略低于平均体重者寿命较长，实际上老年期热量需随增龄而减低，这是由于基础代谢率下降和体力活动减少所致。目前有的国家采用的校正热能供给量标准的方法是以20—39岁的成年人供给量为基础，50—59岁减10%，60—69岁减20%，70岁以上减30%。中国老年人营养素供给量中，将45—59岁命名为老年前期，60—69岁、70—79岁及80岁以上分为三个老年期，各按劳动强度订出热量供给量，原则是比成年期少，且随年龄增加而递减，使热量摄入和热量消耗保持平衡。

蛋白质　老年期组织蛋白质合成速率减慢，分解代

谢占优势，血清白蛋白常降低，白蛋白与球蛋白比值下降，易出现负氮平衡。为保持氮总平衡，满足机体损耗和增强机体抵抗力的需要，应有足够的蛋白质供给，一般认为每天每千克体重供给 1.0—1.5 g蛋白质为宜。成年人蛋白质供热占每日膳食总热量 10%－12%，老年人可略高，但由于消化能力下降，肝肾功能减退，亦不宜摄取过多。应注意摄取动物蛋白和大豆类蛋白，以保证蛋白质的吸收利用。

脂肪 老年人血清总脂、甘油三酯、胆固醇的含量均较青壮年为高。在一定的脂肪负荷下，血脂上升快，峰值高。高胆固醇血症和高甘油三酯血症是动脉粥样硬化的危险因素。老年人，尤其是冠心病、高血压和高脂血症患者不宜进食过多的脂肪，特别要避免过多动物脂肪。每日脂肪供热占热量的 17%—20%为宜，并应摄入含不饱和脂肪酸多的植物油。但要注意脂肪总量中不饱和脂肪酸摄入不宜过多，以防止其过氧化反应，促使机体趋向衰老。为避免过多不饱和脂肪酸被氧化，在摄入不饱和脂肪酸的同时应摄入抗氧化剂，如维生素E

老年人应避免进食胆固醇含量很高的动物性食品，每天摄入的胆固醇含量应在 300 mg以下。中国膳食中一般胆固醇含量不高，除了动物内脏等食品外，对食物的品种不宜过分限制，以保证蛋白质和其他营养素的供给。

碳水化物 老年人空腹血糖增高，对葡萄糖耐受差，对糖类代谢能力下降，易发生糖尿病。糖类过高尚可诱发糖源性高甘油三酯血症，因之老年人糖类供给不宜过高，尤其是蔗糖摄取不宜过高。按中国饮食状况，碳水化物供热以不超过总热量的 70%为宜。膳食纤维(纤维素、半纤维素、木质素、果胶等)可以促进肠道蠕动，增加粪便体积，加速排便，对防止老年人便秘、降低血胆固醇、降低大肠癌和其他大肠疾病均有益处，故膳食中应有适量的粗粮和蔬菜水果，以供给足量的膳食纤维。

无机盐及微量元素 (1)钙：随着年龄增长，钙的吸收降低，同时食物品种受到限制，老年人血清钙倾向于减低，易发生负钙平衡，造成骨组织脱钙，甚至骨软化，故应有足量供给。中国成人钙供给量标准是每天 600 mg。牛奶、豆类和绿叶菜是钙的良好来源，但单纯补钙效果不佳，应同时增供维生素D的量。

(2) 铁：老年人血浆铁蛋白和组织铁虽然含量有升高倾向，但并非为正常铁代谢所致，而与体内相应增龄变化有关。由于老年人总摄食量减少、胃酸分泌减少，对铁吸收较差，所以仍易发生缺铁性贫血。中国成年人铁的供给量标准男性每天 12 mg，女性 18 mg，老年人不论性别、年龄均为 12 mg。注意在补铁同时应补充维生素C和动物性蛋白，以促进铁的吸收利用。

(3) 硒：硒的主要生理功能是构成谷胱甘肽过氧化物酶，此酶可使过氧化脂质解毒并还原成无害物质，保护细胞膜等不受损害。动物实验表明硒的化合物可延长小鼠寿命；流行病学资料亦显示土壤中富含硒的地区居民寿命较长。老年人血硒含量随增龄而降低，膳食中应有适量供给，但不能过高，否则可造成中毒。一般成人每天摄取 50 μg是有效和安全的。一般谷类含硒较高，蔬菜水果含量较少。于农作物含硒量低的地区，注意食物多样性可不致发生硒缺乏。

维生素 (1)维生素A：增龄并不影响小肠对维生素A的吸收，但由于进食量减少，尤其摄食富含β胡萝卜素的蔬菜减少，老年人可发生维生素A缺乏。中国成人维生素A供给量标准是 800 μg视黄醇当量，老年人应保持此水平。可多食黄绿色蔬菜，以保证供给。

(2) 维生素D：老年人易发生维生素D缺乏而造成骨质疏松。中国北方地区老年妇女骨质疏松较为常见，补充维生素D可减轻症状。中国成人维生素D供给量标准是每天 5 μg。60 岁以上老年人应增至 10 μg，并多做户外活动以获得充足的阳光，使皮肤内 7-脱氢胆固醇转变为维生素D。

(3) 维生素E：维生素E是抗氧化剂，在自由基危害的非酶防御体系中，维生素E最为重要。维生素E溶于脂肪，存在于细胞中，可捕获自由基。维生素E尚可增加细胞分裂次数，延长细胞寿命。维生素E的供给量为每日 10 mg。摄入不饱和脂肪酸应有相应的维生素E摄入，一般每摄入不饱和脂肪酸 1 g，应同时摄入维生素E 0.4—0.6 mg。老年人血中维生素E水平下降，应补充到 12 mg/d。维生素E在植物油(橄榄油除外)及绿叶菜中含量较多。

(4) 维生素B_1：老年人热量供给少，但维生素B_1为糖类代谢所必需。中国规定老年前期按劳动强度每日为 1.2—1.5 mg；60 岁以上则为 1.2—1.3 mg，80 岁以上 1.0 mg。应注意进食适量粗粮。

(5) 维生素B_2：作为辅酶对黄素酶类的形成十分重要，中国膳食一般易于缺乏，常造成缺乏症状，应及时补给。

(6) 维生素C：老年期血浆和白细胞维生素C水平降低，维生素C缺乏不能忽视。维生素C的基本功能是促成脯氨酸羟化成羟脯氨酸以形成胶原。胶原占人体组织蛋白总量的 1/5 左右，胶原变性是促成衰老的原因之一。维生素C作为抗氧化剂可捕获自由基，可增强机体免疫力，预防某些疾病的发生，因此老年期摄取丰富的维生素C特别重要。中国成人供给量标准是每天 60 mg。从蔬菜水果摄取的维生素C，一般可满足生理需要。

老年人膳食的调配原则 应注意以下几点：

(1) 保持膳食营养的平衡合理：老年人营养和膳食的特点在于食物的总量减少，食物品种受到限制，但在营养上却有较为特殊的要求。保持营养的平衡合理，具体做法是：①要维持膳食的高质量，即膳食中含有足量的比例合适的营养素，尤其是蛋白质，钙，铁，硒，维生素A、D、E、B_1、B_2和C等。②要注意食物的多样化，食物愈多样化，愈能有效地防止营养素过多或缺乏，但要限制那些热量高而重要营养素含量低的食物，如动物脂肪、食糖和酒

等。③要根据每个老人的具体情况，按照实际年龄、性别和体力活动强度等，确定其营养需要。

(2) 适应消化系统的增龄变化：食欲不振、消化不良、腹胀和便秘等是老年人经常发生的病症，这些现象大多是由于消化系统结构和功能增龄性变化所致。为适应消化系统的增龄变化，选择食物应避免过硬、过油和过粘；食物烹调应注意增加色香味以增进食欲；食物应切碎煮烂以利消化吸收；应缩短两餐间之间隔，适当增加餐次。

(3) 建立良好的饮食习惯：老年人肥胖有害无益，适当控制进食量非常重要，切忌暴饮暴食，适当增强体力活动，保持理想体重。尊重老年人在长期生活中形成的饮食习惯亦属必要。如许多老人喜欢清淡少盐，但也有不少老人喜欢滋味浓厚，由于老人嗅觉味觉综合功能减退，不能强求一致，即使是不良饮食习惯亦宜加以引导逐步改变。

(4) 做好营养膳食的家庭和社会保障：老年人劳动能力和生活自理能力明显下降，家庭和社会的关怀赡养和物质保障，对老年人获得充足饮食和合理营养极为重要。

老年人合理用药

老年人生理性和病理性的个体差异较其他年龄组人群为大，因而在用药治疗疾病时，特别是有慢性病需要长期用药；或一人同时有两种以上疾病，需用多种药物者，应特别慎重。老年人合理用药是老年人群保健的一个重要方面。下述老年人用药的原则。

服药必须有针对性 老年人心理上自觉"年老体弱"，祈求长寿，总想找医生多开一些药。殊不知不必要地乱服药，常能致明显或潜在的危害。为此，老年人要在诊断确定后才能对症用药，否则有害而无益。

患有多种疾病时的选择用药 老年人患两种或更多的疾病时，要按轻重缓急，优先考虑治疗哪一种病，然后选药，可避免不该发生的意外。

(1) 疾病按急性、亚急性或慢性，应先考虑治疗急性的病症。

(2) 按疾病中受损的器官不同，对心脏、肺、肾和脑的药物，应予优先考虑。但对已有慢性肝损害者，不论哪种疾病，应谨慎用药。

(3) 在必需情况下，才给予注射用药。

老年人用药剂量 老年人开始用一种药，一般可用成人剂量的 1/2 或 1/3。目前对老年人用药，还没有一个计算的公式。传统用药以复方为主，而近代药品多以化学合成品为主，因而对老年人更需要考虑适当的用药量。目前为止，药理学家主张依照主要脏器功能来决定用药剂量，比较老年人与中青年肝脏和肾脏功能的差异来决定老年人的用药量。根据比较肝和肾功能的试验观察老年人的功能约为中青年人的 1/2，因而开始用药时，用正常成人药量的 1/2 或 1/3，然后最好根据测试或临床观察得到最适的剂量，作为维持量。这样可避免由于剂量过大而产生的不良反应。表 1 列举一些药物在不同年龄组的半排出期。

表1 老年与中青年药物排出的比较

药 物	年龄(岁)	体内半排出期
地高辛	27	36 h
	77	73 h
青霉素G	<50	23.7 min（男）
	>70	55.5 min（男）
	<30	20.7 min（女）
	>65	39.1 min（女）
安替比林	26	12.0 h
	78	17.4 h
保泰松	26	82.2 h
	78	104.6 h
双氢链霉素	25	5.2 h
	76	8.4 h
氨基比林	25—30	3 h
	65—85	10 h

避免多药同用，防止药物相互作用 老年人常患多种疾病，因而常需用药处理不同病理情况。但药物间的相互作用，常可导致不良后果。可能引起的相互作用如下：

(1) 由于两种药的竞争性机制而发生的相互作用。如两种药都能与蛋白质结合，由于后来进入的药与蛋白质发生竞争性结合，使已经与蛋白质结合的药游离出来，血液中浓度增高而发生中毒现象。如治糖尿病后先用甲糖宁和抗感染药磺胺苯吡唑，可由于血糖过低而发生低血糖昏迷(表 2)。

表2 联合用药中一种药物竞争或取代另一药物结合血浆蛋白

结合的药物	产生影响的药物	出现不良反应机制
香豆素抗凝血药	保泰松 苯妥英钠 消炎痛 安妥明(clofibrate) 氨苯磺胺	过度抑制肝脏产生凝血酶原作用而导致出血
甲糖宁	磺胺苯吡唑 保泰松 安妥明 氨苯磺胺	由于甲糖宁对胰腺的作用加强而导致低血糖症
氨苯磺胺	阿司匹林 保泰松	由于释放磺胺而导致中毒
甲氨喋呤	阿司匹林 氨苯磺胺	由于甲氨喋呤释放而导致骨髓受抑制和口腔粘膜溃疡

（2）有的药物活化肝脏的酶，使某些药物的分解增加。如苯妥英钠和戊巴比妥钠联合使用，由于后者诱导肝脏酶，使苯妥英钠分解增加。如停止戊巴比妥钠，则苯妥英钠的代谢受抑制而发生共济失调步态（表3）。

表3　当诱导酶的药物停止后，另一药物的代谢受抑制而产生的不良反应

诱导酶的药物	代谢受抑制的药物	不良反应
甲糖宁	保泰松	低血糖
	氯霉素	
	安妥明	
	磺胺苯吡唑	
戊巴比妥钠	阿司匹林	呈共济失调步态
	苯妥英钠	
巯嘌呤	别嘌呤醇	骨髓抑制
肼苯哒嗪	异烟肼	高血压

服某些药应限制脂肪酸摄入　老年人血清白蛋白低于中青年成人，白蛋白能与脂肪酸（油酸和亚麻油酸）结合，因而如服的药能与脂肪酸有竞争性的结合，应限制脂肪酸的摄入。正常老年人血清白蛋白水平为37 g/L，而中青年为48.8 g/L。白蛋白分子有六个结合点，其中之一与脂肪酸结合。如内服抗生素头霉甲氧氰唑（cefmetazole, CTZ），它能与脂肪酸发生竞争性结合，食物中的油酸，与/或亚麻油酸，可减少CTZ与白蛋白的结合量，使血液中CTZ的量增高，因而对长期服用CTZ的老年人，须注意这个问题。

老年人的白蛋白水平低者，当给予能与脂肪酸有竞争结合作用的药物时，应用橄榄油、菜油、白肉（如鸡肉）或鱼，这些食物的上述脂肪酸较低。

药物所致的营养不良　老年人的营养素原已减少，特别是单独居住或由于咀嚼困难，常能引起营养不良。有的药物能使食欲减退、恶心、厌食，但也有药物能增加食欲，如精神作用药、锂、吩噻嗪、氯丙嗪等。有的药由于扰乱吸收，或影响营养素的代谢而致营养不良（表4）。

表4　影响营养素的药物

药物		受影响的营养素
酒		硫胺、叶酸、脂类、氮
抗生素	四环素	钙
	新霉素	脂类和钙
抗酸剂	氢氧化铝	磷和钙的吸收
抗炎药物	秋水仙素	脂类、氮、维生素B_{12}
轻泻剂	酚酞	脂类、钙、钠
	双醋酚汀	脂类、钙、钠
	番泻叶	脂类、钙、钠
	石蜡油	β-胡萝卜素、维生素A、维生素D、维生素K
抗惊剂	苯妥英钠	维生素D
	戊巴比妥钠	代谢抑制
抗痨药	异烟肼	维生素B_6

以上仅举老年人合理用药中的几个常见问题，不可能归纳全部问题。随着新药品种的不断创制，药物相互作用已成为当今临床药理学中重要课题。在日常医务卫生工作中，应注意对老年人合理用药，普及这方面知识，这是老年人群保健的一个重要方面。

附　录

附录一　中国人口、出生、死亡、疾病及其他基本资料

表1　行政区划分情况一览表

省、自治区、直辖市	专区数	专区级市数	县级市数	县数	占总面积	占工农业总产值%	占总人口%
北　京				9	0.19	4.2	0.91
天　津				5	0.04	3.1	0.77
河　北	9	9	3	137	2.04	4.1	5.30
山　西	6	5	5	96	1.61	3.3	2.51
内　蒙	8	4	12	73	4.82	1.3	1.91
辽　宁		13	4	40	2.47	10.4	3.52
吉　林	2	6	6	35	3.11	3.1	2.19
黑龙江	4	10	6	63	7.61	5.6	3.16
上　海				10	0.06	8.7	1.16
江　苏		11	2	62	1.07	9.0	5.94
浙　江	3	8	3	66	1.07	3.8	3.85
安　徽	8	8	7	67	1.39	2.4	4.93
福　建	3	6	4	59	1.29	1.3	2.59
江　西	5	6	6	78	1.72	2.0	3.30
山　东	5	9	10	94	1.61	5.9	7.36
河　南	8	9	9	110	1.72	3.8	7.37
湖　北	7	8	6	65	1.93	5.3	4.71
湖　南	9	6	14	84	2.25	3.4	5.37
广　东	5	9	8	92	2.36	3.7	5.98
广　西	8	5	6	76	2.47	1.2	3.70
四　川	9	11	8	175	6.00	5.8	9.74
贵　州	7	2	4	77	1.82	1.2	2.83
云　南	15	2	9	115	4.07	1.4	3.25
西　藏	7	1		77	12.87	0.02	0.19
陕　西	6	4	4	89	2.04	2.3	2.87
甘　肃	9	5	7	68	5.68	2.0	1.95
青　海	7	1	1	37	7.72	0.3	0.38
宁　夏	2	2	2	15	1.82	0.4	0.39
新　疆	13	2	13	72	17.15	0.9	1.30
合　计	165	162	159	2 049	100.00	100.0	100.00

资料来源：国家统计局(除台湾省外，海南省包括在广东省内)

表 2　历次人口普查中的人口构成(%)

年龄(岁)	占人口总数的百分比(%)					
	合计		男		女	
	1982 年	1987 年	1982 年	1987 年	1982 年	1987 年
合计	100.00	100.00	51.33	50.95	48.67	49.05
0—4	9.44	9.30	4.88	4.87	4.56	1.43
5—14	24.16	19.46	12.44	10.04	11.72	9.42
15—24	19.88	23.37	10.12	11.79	9.76	11.57
25—34	16.49	15.36	8.54	7.84	7.95	7 51
35—44	10.22	11.61	5.41	5.98	4.81	5.65
45—54	4.72	8.72	4.65	4.53	4.14	4.19
55—59	3.38	3 70	1.74	1.92	1.63	1.78
60—64	2.73	2.99	1.37	1.52	1.36	1.47
65—69	2.11	2.27	1.01	1.10	1.10	1.17
70—74	1.42	1.61	0.64	0.74	0.78	0.87
75—79	0.85	0.95	0.34	0.40	0.51	0.55
80—84	0.37	0.47	0.14	0.17	0.23	0.30
85 岁及以上	0.13	0.19	0.05	0.06	0.09	0.13

注：1982 年系第三次人口普查 10%抽样资料，1987 年系 1%抽样资料

表 3　人口数、出生和死亡率

年份	全国			市			县			实有人口数(万人)
	出生率	死亡率	自然增长率	出生率	死亡率	自然增长率	出生率	死亡率	自然增长率	
解放前	35.00	25.00	10.00							
1949	36.00	20.00	16.00							54 167
1952	37.00	17.00	20.00							57 482
1957	34.03	10.80	23.23	44.48	8.47	36.01	32.81	11.07	21.74	64 653
1965	37.88	9.50	28.38	26.59	5.69	20.90	39.53	10.06	29.47	72 538
1975	23.01	7.32	15.69	14.71	5.39	9.32	24.17	7.59	16.58	92 420
1978	18.25	6.25	12.00	13.56	5.12	8.44	18.91	6.42	12.49	96 259
1980	18.21	6.34	11.87	14.17	5.48	8.69	18.82	6.47	12.35	98 705
1985	17.80	6.57	11.23	14.02	5.96	8.06	19.17	6.66	12.51	105 044
1986	20.77	6.69	14.08	17.39	5.75	11.64	21.94	6.74	15.20	
1987	21.04	6.65	14.39							
1988	20.78	6.58	14.20							109 614
1989	20.83	6.50	14.33							

资料来源：《中国统计年鉴》，1988

注：包括大陆 30 个省、自治区、直辖市和现役军人数字

表 4　中国与工业化国家和发展中国家几项死亡率的比较(1985 年)*

死亡率	中国**	全部发展中国家	全部工业化国家
婴儿死亡率(‰)	36(35)	79	10
儿童死亡率(‰)	3.5(2.5)	11	0,8
5岁以下儿童死亡率(‰)	50(45)	121	13
孕妇死亡率***(1/万)	4.9	39	1

* 《世界儿童》，人口查询局，1986

** 摘自 1982 年人口普查资料中，1981 年大概的死亡率；1985 年儿童死亡率，摘自妇幼保健示范县；括号内为推断的 5 岁以下儿童死亡率

*** 孕妇死亡率的来源：中国《中华妇产科杂志》21(4)：195，1986；《世界儿童状况统计调查》，联合国儿童基金会，1987

表5 人口数、出生率、婴儿死亡率和期望寿命(1950—1982年，世界银行模型)

年份	年中人口数(×百万)		出生率	死亡率	自然增长率	总和生育率	婴儿死亡率	期望寿命
	中期模型*	最终估计**						
1950	576.3	602.8	42.0	33.5	1.05	6.1	252	32
1951	586.4	609.3	43.5	32.4	1.11	6.3	246	33
1952	598.2	616.8	45.0	31.5	1.35	6.5	240	34
1953	611.1	625.6	45.5	30.7	1.48	6.6	233	34
1954	624.7	635.5	46.5	29.9	1.66	6.7	225	35
1955	638.1	646.4	44.0	26.6	1.74	6.4	216	36
1956	651.0	658.0	43.0	24.7	1.83	6.2	207	37
1957	665.0	671.3	45.0	23.4	2.16	6.5	200	38
1958	677.8	683.9	41.5	25.8	1.57	6.0	214	36
1959	684.8	690.6	35.0	31.4	0.36	5.1	252	32
1960	683.4	687.8	24.5	36.0	−1.15	3.6	330	25
1961	680.2	684.9	26.5	23.5	0.30	4.2	246	33
1962	685.7	693.4	41.0	19.5	2.15	6.5	193	39
1963	700.2	710.8	47.7	19.6	1.81	7.5	175	42
1964	717.7	729.3	43.5	20.2	2.33	6.6	180	41
1965	735.7	746.8	41.5	17.5	2.40	6.2	165	44
1966	755.0	764.9	39.4	15.5	2.39	5.8	155	46
1967	774.3	783.4	37.5	13.5	2.40	5.5	139	48
1968	795.4	803.7	39.3	12.2	2.71	5.7	132	50
1969	817.7	825.1	36.9	11.4	2.54	5.2	122	52
1970	838.9	845.7	34.0	10.1	2.39	4.8	109	55
1971	858.6	865.1	31.0	9.6	2.14	4.4	104	55
1972	877.1	883.5	30.1	9.4	2.07	4.3	100	56
1973	894.7	901.1	28.3	9.4	1.89	4.0	91	58
1974	910.4	916.9	25.1	9.4	1.57	3.6	87	59
1975	924.0	930.5	23.2	9.4	1.38	3.3	84	60
1976	936.0	942.0	20.1	9.3	1.08	2.8	75	62
1977	947.0	952.0	19.2	8.9	1.03	2.6	64	64
1978	957.9	962.0	18.7	8.0	1.07	2.5	59	66
1979	968.9	972.5	18.7	7.8	1.09	2.5	57	66
1980	979.6	983.1	18.5	7.8	1.07	2.5	53	67
1981	991.3	994.8	20.9	7.8	1.31	2.8	48	66
1982	1 008.2	1 008.2					45	69

* 中期模型中的年中人口是用于计算1983年《世界发展报告》中各变量的按人口水平和用于以后各表中。中期模型各值在最终估计时作了修订

** 最终估计是根据同样的人口模型引出估计值并得到表中各变量

资料来源：Kenneth Hill:《1950—1981年中国人口趋势》

表6 城乡出生率和死亡率比较(1954—1982年)

年份	城市		农村		总计	
	CBR*	CDR**	CBR*	CDR**	CBR*	CDR**
1954	42.45	8.07	37.51	13.71	37.97	13.18
1957	44.48	8.47	32.81	11.07	34.03	10.80
1962	35.46	8.28	37.27	10.32	37.01	10.02
1963	44.50	7.13	43.19	10.49	43.37	10.04
1964	32.17	7.27	40.27	12.17	39.14	11.50
1965	26.59	5.69	39.53	10.06	37.88	9.50
1966	20.85	5.59	36.71	9.47	35.05	8.83

续表

年份	城　市		农　村		总　计	
	CBR*	CDR**	CBR*	CDR**	CBR*	CDR**
1971	21.30	5.35	31.86	7.57	30.65	7.32
1972	19.30	5.29	31.19	7.93	29.77	7.61
1973	17.35	4.96	29.36	7.33	27.93	7.04
1974	14.50	5.24	26.23	7.63	24.82	7.34
1975	14.71	5.39	24.17	7.59	23.01	7.32
1976	13.12	6.60	20.85	7.35	19.91	7.25
1977	13.38	5.51	19.70	7.06	18.93	6.87
1978	13.56	5.12	18.91	6.42	18.25	6.25
1979	13.67	5.07	18.43	6.39	17.82	6.21
1981	16.45	5.14	21.55	6.53	20.91	6.36
1982	18.24	5.28	21.97	7.00	21.09	6.60

* CBR指粗出生率(‰)

* * CDR指粗死亡率(‰)

注："城市"指1979年国务院所定的203个城市，再加2 300个县城。1982年人口普查中"城市"的含义更广

资料来源：《中国统计年鉴》，1983

表7　城乡地区主要死因(1988年)

顺位	城市 死亡原因	死亡专率(1/10万)	占死亡总人数的%	顺位	县乡 死亡原因	死亡专率(1/10万)	占死亡总人数的%
1	恶性肿瘤	119.12	21.41	1	呼吸系病	162.61	25.70
2	脑血管病	116.59	20.95	2	脑血管病	100.88	16.07
3	呼吸系病	85.75	15.41	3	恶性肿瘤	95.02	15.04
4	心脏病	84.00	15.10	4	损伤和中毒	74.80	11.56
5	损伤和中毒	43.79	7.87	5	心脏病	74.32	11.41
6	消化系病	24.05	4.32	6	消化系病	34.44	5.45
7	新生儿病*	688.76	1.72	7	肺结核	18.68	3.02
8	泌尿生殖系病	9.01	1.62	8	传染病(肺结核除外)	16.76	2.34
9	内分泌营养代谢及免疫疾病	8.84	1.59	9	新生儿病*	817.64	2.20
10	传染病(肺结核除外)	8.29	1.49	10	泌尿生殖系病	8.27	1.27
10种死因合计			91.48	10种死因合计			94.06

统计范围：包括北京等41个市全市或部分市区资料和北京等87个县全县或部分乡资料

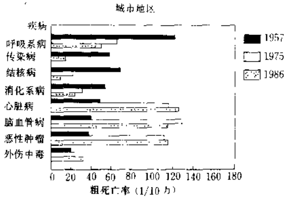
* 新生儿病死亡专率系以每10万出生人数为分母计算的

表8　城乡不同阶段主要死因(1/10万)

死　因	城　市*			农　村*
	1954—1959	1960—1963	1974—1978	1974—1978
呼吸系病	99.19—132.60	64.57—101.77	55.14—66.49	77.55—88.39
肺结核	48.26—73.71	36.32—48.81	15.72—21.29	24.91—32.61
消化系病	48.12—74.02	31.35—52.29	24.74—28.78	39.75—46.30
急性传染病	29.48—89.90	21.24—41.99	9.43—11.64	18.42—23.31
心脏病	44.65—68.58	36.05—52.00	113.13—130.67	111.14—151.79
脑血管病	38.56—57.28	36.87—41.18	125.02—144.52	88.06—109.44
恶性肿瘤	36.90—45.65	35.31—46.12	111.49—118.01	107.86—119.57

* 数值代表各时期的范围

资料来源：《中国人口30年死亡率》，世界卫生组织，世界卫生季刊，1981年第34卷第2期



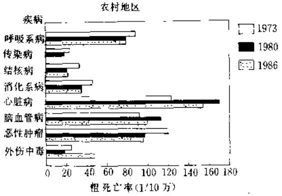


图1　中国前八位死亡原因(1957—1986)

表9　城乡年龄别死亡率(按年龄和性别分析)1957和1975年(‰)

年龄组（岁）	城市				农村			
	1957		1975		1957		1975	
	男	女	男	女	男	女	男	女
—1	35.01	35.73	10.23	9.72	75.71	76.62	20.53	19.79
1—2	21.42	24.32	5.80	5.62	34.55	37.94	9.20	9.36
3—6	5.25	6.44	1.39	1.31	10.65	12.49	3.02	3.27
7—9	1.77	1.87	0.84	0.57	3.74	3.68	1.34	1.19
10—14	1.31	1.33	0.64	0.40	2.32	2.53	0.85	0.70
15—24	1.08	1.66	0.98	0.75	2.37	2.91	1.06	0.91
25—29	1.34	2.37	1.14	1.10	2.91	3.69	1.47	1.48
30—34	1.85	3.00	1.44	1.38	3.77	4.70	1.82	1.74
35—39	2.84	4.19	1.94	1.75	5.12	5.18	2.56	2.39
40—49	5.67	6.27	3.76	3.19	8.38	7.04	4.52	4.09
50—59	14.65	12.40	10.92	8.88	15.96	12.33	11.79	9.55
60—69	34.93	25.73	32.38	23.61	35.85	27.52	31.55	25.14
70—	83.77	71.66	99.77	83.24	84.44	73.60	96.89	86.20
合计	8.03	9.21	5.70	5.40	13.28	13.56	7.08	6.63

资料来源：同表8

表10　恶性肿瘤死亡率(单位1/10万)

a. 1973—1975年资料

部位顺序	女		部位顺序	男	
	死亡率	%		死亡率	%
总　计	57.33	100	总　计	80.17	100.0
1. 胃	10.16	18.7	1. 胃	20.93	26.1
2. 宫颈	9.98	18.4	2. 食管	19.68	24.5
3. 食管	9.85	18.2	3. 肝	14.52	18.1
4. 肝	5.61	10.3	4. 肺	6.82	8.5
5. 肺	3.20	5.9	5. 结肠和直肠	4.08	5.1
6. 结肠和直肠	3.03	5.6	小　计	66.03	82.3
7. 乳房	2.61	4.8	其　他	14.14	17.7
小　计	44.44	81.9			
其　他	12.89	18.1			

资料来源：《中华人民共和国肿瘤死亡率集》，北京，中国地图社，1979

b. 1989年资料

	市			县		
	合计	男	女	合计	男	女
合　计	124.85	151.76	96.39	97.73	119.96	74.55
其中：肺癌	29.78	39.66	19.33	12.48	17.53	7.22
胃癌	21.92	28 19	15.30	21.95	27.59	16.06
肝癌	20.77	29.93	11.08	20.45	29.26	11.28
食管癌	10.93	14.40	7.26	18.11	22.07	13.98
肠癌	7.98	7.95	8.00	5.06	5.42	4.68
白血病	3.77	4.14	3.37	3.39	3.70	3.06
乳腺癌	3.02		6.20	1.46		2.98

注：(1) 资料来源：卫生部1989年中国卫生统计提要

(2) 以上两表来源不同，故表达方式不一

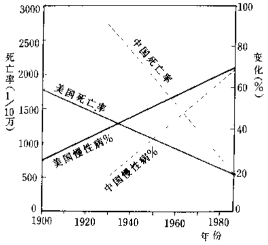


图2　中美两国死亡率(1/10万)和慢性病(心脏病、脑卒中、癌症)占总死亡数的比例(%)

表 11 全国传染病发病及死亡情况(1/10 万)

a. 1974—1981 年资料

	1974			1975			1976			1977			1978			1979			1980			1981		
	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率	例数	死亡数	发病率
白喉	23 858	2 147	2.6	38 189	3 009	4.1	23 882	2 112	2.6	30 767	2 380	3.2	20 084	1 697	2.1	16 921	1 292	1.7	9 767	916	1.0	8 481	838	0.9
乙脑	98 445	2 899	10.8	72 030	422	7.8	115 964	4 380	12.4	50 149	5 113	9.5	107 337	4 313	11.2	109 304	4 903	11.3	108 774	4 590	11.1	67 373	197	6.8
麻疹	1 009 966	5 321	110.9	1 380 962	10 709	149.5	1 113 673	6 861	119.0	1 021 363	6 748	107.9	1 112 600	6 162	116.1	900 075	5 931	92.9	2 937 931	556	299.9	2 043 289	363	206.1
百日咳	666 997	938	73.3	765 504	1 399	82.8	624 764	853	66.7	665 681	301	10.3	595 174	982	62.1	401 372	715	41.4	316 206	356	32.3	269 871	478	27.2
脊髓灰质炎	10 519	223	1.2	7 619	163	0.82	4 625	121	0.5	4 450	213	0.8	10 408	259	1.1	5 472	144	0.6	7 442	172	0.8	4 634	192	0.5
副霍乱		—	—	—	—		—	—		—	—	—	—	—		85	2	0.009	88	—	0.009	78	—	0.008
痢疾	2 597 814	6 545	285.3	3 159 696	14 551	342.0	2 388 653	5 583	255.2	2 479 484	6 124	261.8	2 640 313	6 242	275.6	2 907 828	6 330	300.1	2 874 255	4 231	293.4	3 454 741	4 385	348.5
流脑	30 914	4 996	3.4	22 126	3 308	2.4	14 861	1 964	1.6	13 865	2 027	1.5	18 082	2 578	1.9	17 437	2 031	1.8	14 192	1 793	1.4	14 572	1 983	1.5
森林脑炎	36	5	0.004	107	16	0.01	56	3	0.006	24	4	0.003	178	14	0.02	576	57	0.06	140	16	0.01	193	13	0.02
出血热	14 288	1 303	1.6	18 161	1 468	2.0	15 599	1 290	1.7	17 015	1 380	1.8	15 029	996	1.6	21 227	1 459	2.2	30 464	1 960	3.1	20 748	1 117	2.1
流感	6 296 609	1 836	691.6	8 075 633	3 666	874.0	3 430 002	2 343	366.5	7 103 704	1 039	750.1	2 658 877	468	277.6	2 654 566	364	274.0	570 037	3 862	58.2	485 934	1 274	49.0
黑热病	1 169	8	0.13	1 108	6	0.12	489	1	0.05	231	1	0.02	99	1	0.01	48	—	0.005	38		0.004	56	—	0.006
麻风	58 121	900	6.4	162 613	1 140	17.6	31 177	681	3.3	42 864	787	4.5	20 384	545	2.1	27 462	805	2.8	35 891	843	3.7	43 168	1 018	4.4
疟疾	9 931 071	226	1 090.8	6 715 009	170	726.7	4 240 864	98	453.1	4 193 763	103	442.8	3 096 240	132	323.2	2 384 543	104	246.1	3 300 349	64	336.9	3 059 635	70	308.6
猩红热	141 353	232	15.5	82 592	122	8.9	69 135	106	7.4	89 559	91	9.5	139 783	106	14.6	148 080	97	15.3	106 938	62	10.9	86 201	45	8.7
恙虫病	1 219	1	0.13	963	—	0.1	787	—	0.08	559	—	0.06	999	3	0.1	661	—	0.07	701	1	0.07	856	2	0.09
伤寒副伤寒	3 756	122	0.41	45 737	209	4.9	38 090	175	4.1	71 530	260	7.6	80 986	365	8.5	61 200	277	6.3	74 038	279	7.6	75 455	343	7.6
病毒性肝炎	241 597	1 276	26.5	311 547	1 187	33.7	258 960	1 113	27.7	264 413	1 121	27.9	411 312	1 068	42.9	471 580	1 103	48.8	474 601	1 153	48.4	431 016	1 164	43.5

注 "—" 表示无资料

b. 1989年资料

病名	发病率(1/10万)	死亡率(1/10万)	病死率(%)	病名	发病率(1/10万)	死亡率(1/10万)	病死率(%)
总计	337.709	0.764	0.23	伤寒、副伤寒	10.841	0.035	0.32
鼠疫	0.001	0.000	60.00	病毒性肝炎	113.203	0.149	0.13
副霍乱	0.512	0.005	35.90	脊髓灰质炎	0.423	0.011	2.64
白喉	0.031	0.005	16.91	乙脑	1.644	0.123	7.48
流脑	1.329	0.096	7.19	疟疾	12.571	0.005	0.04
百日咳	2.466	0.004	0.18	黑热病	0.022	0.000	0.41
猩红热	4.145	0.001	0.02	森林脑炎	0.008	0 001	9.68
麻疹	7.773	0.032	0.42	恙虫病	0.232	0.000	0.11
流感	43.775	0.003	0.01	出血热	3.663	0.097	2.65
痢疾	132.585	0.137	0.10	钩端螺旋体病	3.090	0.060	1.94

资料来源：卫生部1989年中国卫生统计提要

表12 各省、自治区、直辖市高血压(确诊、临界)发病率

省份	抽查人数	确诊例数*				临界例数**		合计	
		例数	发病率%	标化发病率△		例数	发病率%	例数	%
				%	比值				
全国合计	4 012 128	194 751	4.85	4.67	1.0	115 451	2.88	310 202	7.73
华北地区									
北京	33 217	3 494	10.52	9.53	2.04	1 043	3.14	4 537	13.66
天津	21 295	1 841	8.65	8.04	1.72	447	2.10	2 288	10.74
河北	134 437	7 486	5.57	5.00	1.07	5 127	3.81	12 613	9.38
山西	206 659	8 825	4.27	4.13	0.88	4 702	2.28	13 527	6.55
内蒙古	78 427	4 461	5.69	7.16	1.53	1 870	2.38	6 331	8.07
东北地区									
辽宁	204 974	13 611	6.64	6.70	1.43	8 488	4.14	22 099	10.78
吉林	101 386	6 160	6.08	6.71	1.44	4 774	4.71	10 934	10.78
黑龙江	141 253	8 019	5.68	6.03	1.29	5 510	3.90	13 529	9 58
华东地区									
上海	26 321	1 570	5.96	4.86	1.04	509	1.93	2 079	7.89
江苏	248 825	16 039	6.45	5.53	1.18	8 339	3.35	24 378	9.80
浙江	189 536	7 510	3.96	3.39	0.73	5 628	2.97	13 138	6 93
安徽	118 051	6 519	5.52	5.37	1.15	3 492	2.96	10 011	8.48
福建	144 580	5 418	3.75	3.47	0.74	3 968	2.74	9 386	6.49
江西	160 111	7 722	4.82	4.05	0.87	4 459	2.78	12 181	7.61
山东	97 481	4 992	5.12	4.80	1.03	2 159	2.21	7 151	7.34
中南地区									
河南	383 214	22 496	5.87	5.48	1.17	9 599	2.50	32 095	8 38
湖北	210 312	11 436	5.44	5.16	1.10	5 979	2.84	17 415	8.28
湖南	244 387	11 648	4.77	4.38	0.94	6 784	2.78	18 432	7.54
广东	182 323	4 929	2.70	2.44	0.52	4 836	2.65	9 765	5.36
广西	177 182	6 261	3.53	3.16	0.68	5 886	3.32	12 147	6.86
西南地区									
四川	79 834	4 013	5.03	4.85	1.04	2 948	3.69	6 961	8.72
贵州	136 066	3 732	2.74	2.54	0.54	2 981	2.19	6 713	4.93
云南	138 649	5 365	3.87	4.34	0.93	3 492	2.52	8 857	6.39
西藏(拉萨)	9 672	1 850	19.13	17.76	3.80	310	3.21	2 160	22.33
西北地区									
陕西	183 464	7 240	3.95	3.48	0.75	3 853	2.10	11 093	6.05
甘肃	70 544	2 689	3.81	4.38	0.94	2 105	2.98	4 794	6.80
青海	28 588	1 085	3.80	4.41	0.94	272	0.95	1 357	4.75
宁夏	48 020	1 642	3.42	4.12	0.88	979	2.04	2 621	5.46
新疆	213 350	6 698	3.14	3.54	0.76	4 912	2.30	11 610	5.44

注：* 确诊高血压系指两次测量均得≥21.3/12.7kPa(160/95mmHg)

** 临界高血压系指血压在21.3/12 7kPa(160/95mmHg)和18.7/12kPa(140/90mmHg)之间

△ 标化发病率系用1964年全人口年龄校正的病例数所得的率

资料来源：根据"中国1979—1980年高血压抽样调查资料"(除台湾省外)，由中国医学科学院心血管病研究所提供

表13 部分医院出院病人疾病谱(1988年)

顺位	城市医院		县医院	
	疾病种类	疾病构成(%)	疾病种类	疾病构成(%)
1	消化系病	18.18	消化系病	21.41
2	呼吸系病	17.45	呼吸系病	19.67
3	损伤及中毒	10.66	损伤及中毒	13.49
4	妊娠病、分娩病及产褥期并发症	9.38	传染病和寄生虫病	10.51
5	传染病和寄生虫病	7.31	妊娠病、分娩病及产褥期并发症	8.56
6	泌尿生殖系病	6.23	泌尿生殖系病	5.13
7	恶性肿瘤	4.19	心脏病	2.87
8	心脏病	3.85	恶性肿瘤	1.86
9	良性肿瘤	2.95	脑血管病	1.75
10	眼病	2.59	良性肿瘤	1.39
	10种疾病合计	82.79	10种疾病合计	86.64

资料来源:《1989年中国卫生年鉴》

表14 几个国家1985年的死亡率和人均国民生产总值

国别	婴儿死亡率	5岁以下儿童死亡率	人均国民生产总值(美元)
巴基斯坦	115	174	380
印度	105	158	260
印度尼西亚	79	126	540
菲律宾	48	78	660
中国	36	50	310
斯里兰卡	36	48	360

资料来源:《世界儿童》,人口咨询局,1986

表15 中国29省、自治区、直辖市1981年婴儿死亡率

地区	婴儿死亡率(‰)	地区	婴儿死亡率(‰)
北京	14.88	黑龙江	32.35
上海	17.11	甘肃	35.70
天津	17.93	湖北	36.94
广东	18.09	内蒙	38.43
吉林	18.20	陕西	42.90
山东	19.31	江西	43.26
河北	19.43	湖南	46.09
河南	19.62	四川	50.50
辽宁	19.72	宁夏	55.55
福建	20.50	贵州	62.92
安徽	28.95	云南	71.00
江苏	29.13	青海	83.92
山西	29.48	新疆	108.01
广西	29.97	西藏	>100 *
浙江	31.62		

资料来源:1982年人口普查资料(除台湾省外)

* 估计数

表16　1981年高危婴儿死亡率的县及其人口数

婴儿死亡率	县数	人口
>35	1 028	339 000 000
>50	547	141 000 000
>70	263	46 000 000
>100	89	11 000 000
>100*	160	13 000 000

资料来源：1982年人口普查资料

* 包括西藏的概数

注：17个省婴儿死亡率>50的县人口总数超过1 500万

14个省有10个以上的县婴儿死亡率>50

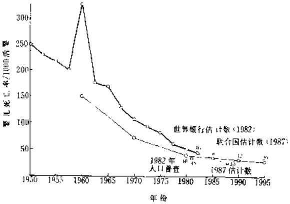


图3　中国1950年以来婴儿死亡率的趋势

表17　1985年中国和各发展中国家5岁以下儿童由于主要死亡原因死亡的总数

	各发展中国家	中　　国
人　口<5	5亿	1亿(20%)
死亡数<5	1 500万	990 000(7%)
<1	1 000万	710 000
死亡原因		
腹泻	400万	40 000(1%)
可免疫的疾病*	300万	11 000(0.4%)
急性上呼吸道感染/肺炎	300万	300 000(10%)
其他	500万	639 000(13%)
新生儿**		240 000
意外/损伤		150 000

资料来源：A. 发展中国家人口、总死亡数和死亡原因：

1. 《世界儿童状况统计调查》，联合国儿童基金会，1987

2. 《世界儿童》，人口查询局，1986

B. 卫生部提供的或从表19和20推断的死亡原因

注：若用1985年提供的中国低婴儿死亡率，中国5岁以下儿童的总死亡数为90万

* 麻疹、百日咳、白喉、破伤风、脊髓灰质炎、结核

** 包括未成熟儿/低出生体重儿、产伤、窒息、冷损伤

表18 孕妇和婴儿死亡原因

死因	顺序			
	第一	第二	第三	第四
孕妇*	生产时出血	心脏疾病	妊娠高血压	分娩感染
婴儿**	肺炎	早产	新生儿窒息	新生儿破伤风
新生儿**	早产	新生儿窒息	新生儿肺炎	新生儿破伤风
胎儿死亡***	妊娠合并症	先天性畸形		
宫内死亡***	宫内原因	妊娠合并症		
新生儿***生后7d内死亡	早产	新生儿窒息	新生儿感染	

资料来源：转载自联合国儿童基金会《中国妇女和儿童情况分析》，1989年北京

* 《中华妇产科杂志》21(4)：195，1986

** 1974—1976年12省儿童死亡的回顾性调查

*** 19省农村儿童保健工作协作组：1972—1976年32个社区690例围生期死亡分析

表19 部分地区和一些年份婴儿死亡的原因(每1 000个活婴)

原因	中国部分县*(1982—1985)	全美国**(1965—1967)	上海***县(1980)	全美国**(1982)
肺炎	10	3	3	0.2
未成熟儿	5	7	4	1
产伤				
窒息				
冷损伤	6	6	3	2
先天性	4	4	6	3
意外	3	1	1	0.3
腹泻	2			
其他	3	3	2	5
总数	33	24	19	11.5

* 选自联合国儿童基金会资助项目地区的17个县

** 华盛顿卫生、教育与福利部

*** 《中华人民共和国卫生统计》，1985年贝拉吉尔会议材料之一

表20 1984—1987年扩大免疫方案有关疾病报告的总死亡数

	1984	1985	1986	1987
麻疹	2 906	2 654	833	217
百日咳	333	237	102	107
白喉	372	184	103	74
脊髓灰质炎	50	95	203	41
总数	3 661	3 170	1 241	439

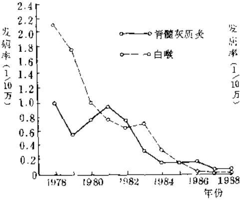
资料来源：转载自联合国儿童基金会《中国妇女和儿童情况分析》，1989年北京

注：(1)这些死亡数是通过卫生部传染病常规上报系统所得。似乎有相当数字尚未上报，主要是分类上的错误，如麻疹的死亡常常被划入肺炎或腹泻而引起的死亡

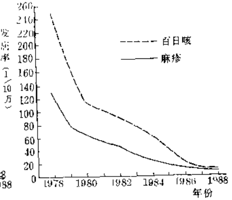
(2)新生儿破伤风和结核，在中国未列为需要报告的疾病，因此国家的死亡资料不可靠

根据一些县的妇幼保健资料，联合国儿童基金会驻华办事处估计，中国新生儿破伤风的死亡数在5 000到10 000，儿童结核的死亡数很可能比新生儿破伤风的死亡数要少得多

(3)假若以上原因引起的死亡有50%报得过低，加上新生儿破伤风和结核的最低死亡数，由于扩大免疫方案，有关的疾病总的死亡数，1984年约12 000，1985年11 000，1986年7 500及1987年5 500(例如1986年：1 241+1 241+5 000=7 482或7 500)



白喉、脊髓灰质炎发病曲线图



麻疹、百日咳发病曲线图

图 4　扩大免疫方案的四病发病率报告*（1978—1988 年）

资料来源：卫生部

* 1988 年发病率：脊髓灰质炎 0.06/10 万（667 例）

白喉　0.02/10 万（266 例）

百日咳　2.95/10 万（31 590 例）

麻疹　8.12/10 万（90 319 例）

表21　世界低出生体重儿（LBW）构成比，活产儿中低出生体重儿百分率

亚　洲	20
非　洲	15
大洋洲	12
拉丁美洲	11
中　国	9
苏　联	8
欧　洲	8
北美洲	7

引自：世界卫生组织，《世界卫生统计季刊》，"低出生体重儿构成比：资料回顾调查"。日内瓦，1980年，33卷 3 期；中国的数据根据中国卫生部1987年调查

表22　中国 5 岁以下小儿营养状况（1985年）*

	低于标准**	
	城市	农村
年龄别体重（1—4岁小儿%）[a]	5—10	20—25
5 岁平均体重不足数（kg）	1.9	3.0
年龄别身高（1—4岁小儿%）[b]	<3	10—20
5 岁平均身高不足数（cm）	3.3	8.1
身高别体重（1—4岁小儿%）[c]	<3	<3
身高110cm平均体重不足数（kg）	0.9	0.7

* 全国调查资料，1985（卫生部、全国妇联、中国儿童发展中心和首都儿研所）

** WHO国际标准

(a)按年龄别中位体重<80%者——至少为轻度体重不足

(b)低于按年龄别中位身高<90%者——至少轻度发育迟缓

(c)低于按身高别中位体重<80%者——至少轻度消瘦

注：(1)表中百分数<3%，与高度发达国家相近似。(2)不足数是指中国小儿在 5 岁 3 个月龄或110cm身高的各中位体重（kg），或身高（cm）低于国际各有关中位数

自联合国儿童基金会：中国儿童和妇女——儿童基金会一项分析。北京，1989（英文）P 54

表23 6 7岁(平均6.5岁)在生长方面的地区差别

省 别	体重(kg)		身高(cm)		
	城市	农村	城市	农村	主食来源
北方					
吉林(东北)	19.9	18.8	116.0	112.0	小麦
辽宁(东北)	19.4	18.6	115.4	112.7	小麦
山西	19.4	18.1	115.8	110.7	小麦+小米
河北	19.6	18.5	115.7	112.3	小麦+小米
西北					
甘肃	18.4	17.8	114.4	111.2	小麦
新疆	19.3	18.6	114.8	111.8	小麦
中部					
江苏(东部)	20.3	18.3	117.1	111.6	大米
四川(西部)	19.1	17.2	114.5	107.6	大米+小麦
河南	18.9	18.1	113.8	110.6	大米+小麦
湖北	18.4	17.9	113.8	110.1	大米
中南					
江西(东部)	18.8	17.2	114.3	108.1	大米
湖南	18.4	17.0	114.0	108.7	大米
贵州(西部)	17.8	16.9	112.0	106.2	大米·玉米
南方					
广西	18.2	16.7	113.7	107.5	大米
平均					
小麦区	19.3	18.4	115.4	111.8	3.6
大米区	18.7	17.4	114.2	108.8	5.4

注：引自1985年全国生长调查资料——均值

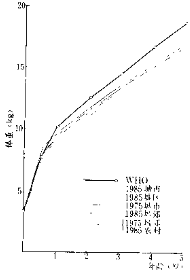


图5 1985、1975年中国调查和WHO资料参数，按年龄体重，男性

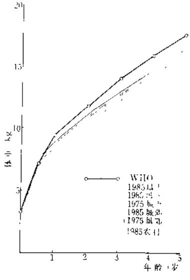


图6 1985、1975年中国调查和WHO资料参数，按年龄体重，女性

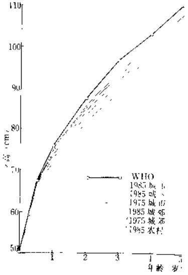


图7 1985、1975年中国调查和WHO资料参数，按年龄身高，男性

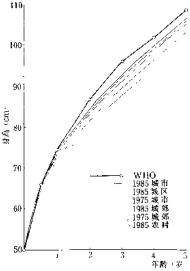


图 8　1985、1975 年中国调查和WHO资料参数，按年龄身高，女性

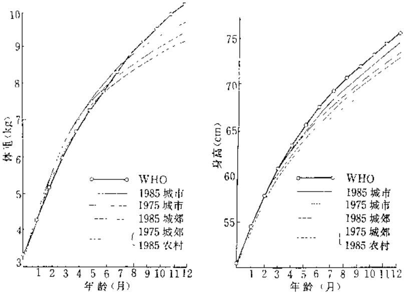


图 9　中国男婴按年龄体重和身高中位数(1975、1985 年)和WHO资料参数

表24　肉类及其他动物性食品人均量(kg/年)(1950—1982年)

年份	猪、牛、羊肉	禽肉	其他瘦肉	鱼类	蛋类	奶类	动物脂肪
1950	4.11	0.88	0.15	1.50	1.48	0.92	0.38
1951	4.44	0.88	0.15	2.15	1.43	0.92	0.41
1952	5.45	0.88	0.16	2.65	1.43	0.92	0.46
1953	5.97	0.88	0.16	2.95	1.43	0.92	0.54
1954	6.27	0.88	0.16	3.48	1.43	0.92	0.56
1955	5.45	0.88	0.17	3.75	1.43	0.92	0.58
1956	4.98	0.88	0.16	3.87	1.40	0.92	0.51
1957	5.66	0.88	0.16	4.46	1.38	0.91	0.48
1958	6.60	0.88	0.15	3.94	1.36	0.91	0.76
1959	5.17	0.89	0.15	4.29	1.44	0.92	0.71
1960	3.02	0.91	0.14	4.23	1.48	0.94	0.52
1961	2.57	0.93	0.14	3.23	1.53	0.97	0.38
1962	2.66	0.94	0.13	3.16	1.53	0.98	0.36
1963	5.06	0.94	0.13	3.54	1.52	0.98	0.43
1964	6.31	0.93	0.13	3.71	1.50	0.97	0.55
1965	6.88	0.93	0.13	3.85	1.49	0.97	0.59
1966	7.29	0.92	0.13	3.90	1.47	0.96	0.63
1967	7.30	0.92	0.14	3.74	1.48	0.96	0.69
1968	7.00	0.91	0.14	3.24	1.47	0.95	0.66
1969	6.62	0.91	0.11	3.54	1.46	0.94	0.61
1970	6.72	0.89	0.09	3.61	1.45	0.94	0.49
1971	8.01	0.89	0.09	3.87	1.44	0.93	0.51
1972	8.70	0.88	0.08	4.16	1.45	0.93	0.65
1973	8.59	0.88	0.09	4.17	1.45	0.93	0.64
1974	8.29	0.88	0.11	4.47	1.45	0.94	0.64
1975	8.16	0.88	0.10	4.53	1.46	0.94	0.65
1976	7.90	0.89	0.10	4.46	1.47	0.96	0.70
1977	7.84	0.90	0.10	4.62	1.48	0.96	0.72
1978	8.50	0.89	0.10	4.53	1.49	0.98	0.76
1979	10.46	0.89	0.09	4.13	1.68	1.31	0.93
1980	11.64	0.89	0.08	4.26	1.98	1.34	1.05
1981	12.11	0.90	0.07	4.32	2.16	1.49	0.95
1982	12.78	0.95	0.13	4.85	2.15	1.76	0.90

注：1. 人均量包括人们经商品交换、制造和废弃所消耗的量

2. 禽肉、蛋类和奶类的人均量系根据近年资料加2%

资料来源："中国1950—1981年食品和营养素利用趋势"，1980—1981年系补充资料，1982年系世界银行估计资料

表25 人均营养素种消费量(天,1950—1982年)

年份	总谷物量(kg)	总能量kJ(kcal)	总蛋白质(g)	总脂肪(g)
1950	238	6 449.7(1 543)(1 844)	41	19
1951	252	6 934.6(1 659)	44	20
1952	274	7 778.9(1 861)	51	24
1953	279	7 854.2(1 879)	50	23
1954	283	7 921.1(1 895)	50	24
1955	296	8 380.9(2 005)	53	25
1956	301	8 573.1(2 051)	53	24
1957	303	8 548.1(2 045)	55	24
1958	301	8 581.5(2 053)	54	26
1959	268	7 197.9(1 722)	46	22
1960	242	6 073.5(1 453)(1 875)	39	16
1961	251	6 418.9(1 558)	43	16
1962	260	6 938.8(1 660)	45	17
1963	264	7 423.6(1 776)	46	19
1964	276	8 084.1(1 934)	50	22
1965	278	8 222.0(1 967)	53	22
1966	286	8 686(2 078)	53	23
1967	280	8 535.5(2 042)	52	23
1968	266	8 071.5(1 931)	49	22
1969	259	7 862.5(1 881)	48	22
1970	275	8 677.6(2 076)(2 131)	52	23
1971	279	8 702.7(2 082)	51	23
1972	274	8 385.0(2 006)	49	24
1973	291	9 028.8(2 160)	53	25
1974	297	9 170.9(2 194)	54	24
1975	302	9 237.8(2 210)	55	24
1976	306	9 279.6(2 220)	56	24
1977	312	9 346.4(2 236)	56	25
1978	327	9 864.4(2 360)	58	25
1979	346	10 709.1(2 562)	65	31
1980	337	10 395.6(2 487)(2 611)	64	32
1981	342	10 521.0(2 517)(2 650)	65	33
1982	364	11 407.2(2 729)	68	38

资料来源：同表24

表26 江西和贵州特设监测点学前小儿营养不良*百分率

	按年龄身高(%)	按年龄体重(%)	按身高体重(%)
江西#1	38.8	23.9	3.6
#2	36.5	23.0	3.8
#3	49.5	35.5	3.9
#4	62.8	34.3	3.1
贵州#1	59.2	30.5	3.0
#2	71.3	49.3	3.5
#3	64.0	42.7	3.6

1987年3 451名7岁以下小儿资料，引自营养监测项目，营养研究所，北京

* 低于NCHS/WHO均值−2标准差

表27　1982年学前小儿膳食摄取量

检测项目	单　　位	百分率	
		中国RDA	FAO RDA*
能量	5 400kJ(1 292kcal)	90	80
蛋白质	35g	78	195
钙	318mg	42	65
铁	15mg	162	150
维生素A	402IU (120μg)	23	
胡萝卜素	0.9mg (150RE)**	28	95
硫胺素	1.1mg	122	180
核黄素	0.4mg	49	45
烟酸	8mg	92	75
抗坏血酸	34mg	85	170

* 近似值,因无精确年龄分布数据

** 假定β胡萝卜素转换率为0.000 6mg等于1IU胡萝卜素源维生素A,1IU胡萝卜素源等于0.1当量视黄醇(微克维生素A醇)

资料来源：引自1982年全国营养调查

表28　卫生人员数和类别

	1949年	1957年	1965年	1975年	1978年	1980年	1985年	1989年
总　　计	541 240	1 254 372	1 872 335	2 593 517	3 105 572	3 534 707	4 313 011	4 786 959
其中：卫生技术人员合计	505 040	1 039 208	1 531 595	2 057 068	2 463 931	2 798 241	3 410 910	3 809 097
高级卫生技术人员	38 875	78 875	203 402	318 488	390 721	502 022	750 198	1 679 479
内：西医师	38 000	73 573	188 661	292 982	358 520	447 288	602 237	1 022 526
护　师						16 480	68 265	409 299
西药师	484	2 388	8 265	12 767	16 749	25 241	32 995	99 600
中级卫生技术人员	103 277	341 637	619 870	938 353	1 064 709	1 174 435	1 339 488	1 107 267
内：西医士	49 400	135 701	252 713	356 099	423 410	443 761	472 784	320 671
护　士	32 800	128 174	234 546	379 545	406 649	449 318	568 709	512 388
助产士	13 900	35 774	45 639	64 875	70 552	70 843	75 571	58 970
西药剂士	2 873	18 407	37 201	57 205	67 633	83 901	89 685	87 686
初级卫生技术人员	86 888	228 169	315 045	485 391	662 559	752 636	833 826	485 662
中、西医师、士	363 400	546 296	762 804	877 716	1 033 018	1 153 234	1 413 281	1 718 018

注：(1)专业卫生人员数:包括医院、卫生防疫站、医学科学研究院(所)等各种卫生机构及高、中等医药院校和个体开业人员数(以下各表同)。(2)1965年以后中医人数减少,主要是部分中医改为不脱产的赤脚医生,不再计入卫生技术人员中。(3)高、中、初级卫生技术人员数内均不再包括中医和中药人员

资料来源：《1989年中国卫生年鉴》

表29　按性别和年龄分组的文盲百分比(1982年人口普查)

年　　龄	男	女	平　　均
12岁	5.3	14.1	9.6
15—19岁	4.2	14.7	9.4
20—24岁	5.7	23.3	14.3
30—34岁	13.2	40.3	26.2
40—44岁	22.4	57.4	38.7
45—49岁	32.2	74.5	52.1
50—54岁	40.6	85.2	61.7
60岁及以上	60.9	95.4	79.4

资料来源：《中国1982年人口普查》

表30 按性别、城乡、少数民族区分的文盲百分比(1982年人口普查)

人口合计(12岁及12岁以上的人口)	745 900 000	
文盲、半文盲人口合计	237 700 000	32%
男		19%
女		45%
城市		15%
农村		48%
少数民族		42%
男		30%
女		56%

资料来源:《中国1982年人口普查》

表31 1986年国民经济各部门妇女职工所占百分比

职业	%
工业	40.61
公共卫生、社会福利	52.02
商业、饮食服务和供销	43.24
科学研究和技术服务	35
财政金融、保险	33.65
交通运输	23.25
文化、教育和艺术	35.07

资料来源:1989年1月30日全国妇联提供数字

表32 1987年8省、直辖市调查中残疾儿童及其家庭的数字

	有孩子家庭数	有残疾儿家庭数	有残疾儿家庭比例(%)	儿童总数	残疾儿总数	残疾儿比例(%)
北京	8 453	176	2.08	10 903	185	1.70
辽宁	9 275	217	2.34	12 750	225	1.76
上海	8 299	139	1.67	9 760	155	1.59
江苏	13 735	401	2.92	19 848	421	2.12
福建	8 077	448	5.55	17 322	502	2 90
湖北	14 230	491	3.45	17 899	535	2.99
广西	7 540	782	10.37	18 670	810	4.34
甘肃	7 749	419	5.41	15 380	477	3.10
总计	77 358	3 073	3.97	122 532	3 310	2.70

所发现的六类主要残疾所占比例

残疾种类	在调查儿童中所占比例(%)
智力低下	1.87
肢体残疾	0.17
听力语言残疾	0.34
视力残疾	0.05
精神病	0.03
联合残疾	0.24

附录二　初级卫生保健会议和阿拉木图宣言

一九七八年九月在苏联哈萨克首府阿拉木图，由世界卫生组织和联合国儿童基金会召开的国际初级卫生保健会议指出：初级卫生保健是实现“2000年人人健康”这一目标的关键，它发表了一份宣言，提出了二十二条具体建议，以及一个关于初级卫生保健的完整报告。这份报告强调要达到“2000年人人健康”这样一种健康水平，每个人都应该享受到初级卫生保健，并通过初级卫生保健享受整个卫生系统一切级别的服务；强调卫生发展是社会经济发展必不可缺的，实现这些发展的手段是紧密联系着的改善卫生和社会经济状况的各项行动应该是相辅相成的，而不是互相排斥的。报告还概述了初级卫生保健以及以它为基础的卫生系统的基本特征，并指出如何在社区组织初级卫生保健，使之成为整个卫生系统的一部分。阿拉木图宣言促请所有各国政府制订开展初级卫生保健的国家政策、策略和行动计划，将它们作为整个国家卫生系统的一部分并同其他部门搞好协调。它还要求采取紧急有效的国家和国际行动，在全世界，特别是在发展中国家以技术合作和符合国际新经济秩序的精神开展和实施初级卫生保健。

阿拉木图宣言

于一九七八年九月的第十二日于阿拉木图召开的国际初级卫生保健大会表述了所有政府、所有卫生及发展工作者及世界大家庭为保障并增进世界所有人民的健康而立即行动的必要性，兹特作宣言如下：

Ⅰ

大会兹坚定重申健康不仅是疾病与体弱的匿迹，而是身心健康社会幸福的总体状态，是基本人权，达到尽可能高的健康水平是世界范围的一项最重要的社会性目标，而其实现，则要求卫生部门及其他多种社会及经济部门的行动。

Ⅱ

人民健康状态，特别是发达国家与发展中国家之间以及国家内部现存的严重不平等，在政治上、社会上及经济上是不能接受的，从而是所有国家关心所在。

Ⅲ

以国际新经济秩序为基础的经济及社会发展对充分实现人人享有保健并缩短发展中及发达国家之间卫生状态的差距是首要的。增进并保障人民健康对持续的经济社会发展是首要的并有助于更为美好的生活质量及世界和平。

Ⅳ

人民有个别地集体地参与他们的卫生保健的权利与义务。

Ⅴ

政府为其人民的健康负有责任，而这只能备有充分的卫生及社会性措施方能实现。在2000年时使所有人民享有能使他们过着社会及经济富裕生活的健康水平应是今后数十年内各政府、国际组织及整个国际大家庭的一项主要的社会性目标。初级卫生保健是在社会公正精神下实现作为发展的一个部分的目标的主要渠道。

Ⅵ

初级卫生保健是基于切实可行、学术上可靠而又为社会所接受的方式与技术之上的主要的卫生保健，通过群众个人及家庭的参与，并在本着自力更生及自决精神而发展的各个阶段上群众及国家能以维持的费用而使之遍及所有人等。它既是国家卫生体制的一个组成部分、一个功能的中心和活动的焦点，也是群众社会及经济总体发展的一个组成部分。它是个人、家庭、群众与国家保健系统接触的第一环，能使卫生保健尽可能接近于人民居住及工作场所；它还是

卫生保健持续进程的起始一级。

VII

初级卫生保健：

1. 反映着并产生于国家及其群众的经济条件及社会经济和政治特点，并建基于社会、生物医学及卫生服务研究有关结果的实施及公共卫生经验之上；

2. 提出群众中的主要卫生问题，并相应地提供促进、预防、治疗及康复服务；

3. 至少包括有：对当前流行的卫生问题以及预防及控制方法的宣传教育；改善食品供应及适当的营养；安全饮用水的适量供应及基本环境卫生；妇幼卫生保健，包括家庭计划；主要传染病的免疫接种；当地地方病的预防及控制；常见病伤的妥善处理；以及基本药物的提供；

4. 除卫生部门外，还涉及到国家及群众发展各有关部门及有关方面，特别是农业、畜牧、食品、工业、教育、住房、群众工作、交通及其他部门；并要求所有部门的协作；

5. 要求并最大限度的推动个人自力更生并参与初级卫生保健的规划、组织、工作及管理，充分利用当地、本国及其他现有资源；为此目的而通过适宜的宣传教育以提高群众能力以便参与；

6. 应有连贯的、相互结合、相互支持而有效的转诊制度从而导致循序渐进地为所有人等改善全面的卫生保健，而重点则是对之最感需要的人们；

7. 在当地的及转诊的体制中依靠包括有医师、护士、助产士、助理人员，还包括在切实可行的情况下，群众卫生人员以及必要时的传统医，经适当的社会及业务培训后的医疗队的形式开展工作以满足群众中反映出来的卫生需求。

VIII

所有政府应拟订出国家的政策、战略及行动计划，在其他部门的协作下发起并持续开展作为国家全面的卫生制度组成部分之一的初级卫生保健。为此目的，便需发挥政治意志，合理调动国家资源并使用外来资源。

IX

由于任何一个国家实现全民健康都将直接作用于并有助于其他国家，因而，所有国家都应本着协同共事精神进行合作。在这方面，世界卫生组织/联合国儿童基金会就初级卫生保健的联合报告是世界范围内进一步发展及实施初级卫生保健的坚实基础。

X

2000 年时使所有人民的健康达到令人满意的水平，将能通过更充分、更完善地使用世界资源予以实现，而现时资源中为数可观的一部分却耗费在军备及军事冲突上。一项真正的独立、和平、缓和及裁军政策将能而并也应能挪出额外的资源真正用于和平的目的，特别是用作加速社会及经济发展过程，而作为其主要部分的初级卫生保健应拨付给相应的份额。

* * * *

国际初级卫生保健大会号召国家及国际间迅速而有效的行动以便在世界范围内特别是发展中国家中按国际新经济秩序并本着技术合作精神开展并贯彻执行初级卫生保健。它敦请各政府、世界卫生组织和联合国儿童基金会，其他国际组织以及多边的和双边的机构，非政府性组织，资助机构，所有卫生工作者及整个世界大家庭支持各国及国际间对初级卫生保健所承担的义务，并沟通对之、特别是对发展中国家提供更多的技术与财务支持的渠道。大会吁请上述人等本着宣言精神及内容协力推广、发展并坚持初级卫生保健。

附录三　有关卫生法令、卫生标准、卫生管理条例

中华人民共和国环境保护法

第一章　总　　则

第一条　为保护和改善生活环境与生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进社会主义现代化建设的发展，制定本法。

第二条　本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

第三条　本法适用于中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域。

第四条　国家制定的环境保护规划必须纳入国民经济和社会发展计划，国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施，使环境保护工作同经济建设和社会发展相协调。

第五条　国家鼓励环境保护科学教育事业的发展，加强环境保护科学技术的研究和开发，提高环境保护科学技术水平，普及环境保护的科学知识。

第六条　一切单位和个人都有保护环境的义务，并有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告。

第七条　国务院环境保护行政主管部门，对全国环境保护工作实施统一监督管理。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，对本辖区的环境保护工作实施统一监督管理。

国家海洋行政主管部门、港务监督、渔政渔港监督、军队环境保护部门和各级公安、交通、铁道、民航管理部门，依照有关法律的规定对环境污染防治实施监督管理。

县级以上人民政府的土地、矿产、林业、水利行政主管部门，依照有关法律的规定对资源的保护实施监督管理。

第八条　对保护和改善环境有显著成绩的单位和个人，由人民政府给予奖励。

第二章　环境监督管理

第九条　国务院环境保护行政主管部门制定国家环境质量标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方环境质量标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。

第十条　国务院环境保护行政主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方污染物排放标准；对国家污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。地方污染物排放标准须报国务院环境保护行政主管部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的区域排放污染物的，应当执行地方污染物排放标准。

第十一条　国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，加强对环

境监测的管理。

国务院和省、自治区、直辖市人民政府的环境保护行政主管部门，应当定期发布环境状况公报。

第十二条　县级以上人民政府环境保护行政主管部门，应当会同有关部门对管辖范围内的环境状况进行调查和评价，拟订环境保护规划，经计划部门综合平衡后，报同级人民政府批准实施。

第十三条　建设污染环境的项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价，规定防治措施，经项目主管部门预审并依照规定的程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后，计划部门方可批准建设项目设计任务书。

第十四条　县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门，有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查。被检查的单位应当如实反映情况，提供必要的资料。检查机关应当为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

第十五条　跨行政区的环境污染和环境破坏的防治工作，由有关地方人民政府协商解决，或者由上级人民政府协调解决，作出决定。

第三章　保护和改善环境

第十六条　地方各级人民政府，应当对本辖区的环境质量负责，采取措施改善环境质量。

第十七条　各级人民政府对具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域，具有重大科学文化价值的地质构造、著名溶洞和化石分布区、冰川、火山、温泉等自然遗迹，以及人文遗迹、古树名木，应当采取措施加以保护，严禁破坏。

第十八条　在国务院、国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定的排放标准的，限期治理。

第十九条　开发利用自然资源，必须采取措施保护生态环境。

第二十条　各级人民政府应当加强对农业环境的保护，防治土壤污染、土地沙化、盐渍化、贫瘠化、沼泽化、地面沉降和防治植被破坏、水土流失、水源枯竭、种源灭绝以及其他生态失调现象的发生和发展，推广植物病虫害的综合防治，合理使用化肥、农药及植物生长激素。

第二十一条　国务院和沿海地方各级人民政府应当加强对海洋环境的保护。向海洋排放污染物、倾倒废弃物，进行海岸工程建设和海洋石油勘探开发，必须依照法律的规定，防止对海洋环境的污染损害。

第二十二条　制定城市规划，应当确定保护和改善环境的目标和任务。

第二十三条　城乡建设应当结合当地自然环境的特点，保护植被、水域和自然景观，加强城市园林、绿地和风景名胜区的建设。

第四章　防止环境污染和其他公害

第二十四条　产生环境污染和其他公害的单位，必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。

第二十五条　新建工业企业和现有工业企业的技术改造，应当采用资源利用率高、污染物排放量少的设备和工艺，采用经济合理的废弃物综合利用技术和污染物处理技术。

第二十六条　建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

防治污染的设施不得擅自拆除或者闲置，确有必要拆除或者闲置的，必须征得所在地的环境保护行政主管部门同意。

第二十七条　排放污染物的企业事业单位，必须依照国务院环境保护行政主管部门的规定申报登记。

第二十八条　排放污染物超过国家或者地方规定的污染物排放标准的企业事业单位，依照国家规定缴纳超标准排污费，并负责治理。水污染防治法另有规定的，依照水污染防治法的规定执行。

征收的超标准排污费必须用于污染的防治，不得挪作他用，具体使用办法由国务院规定。

第二十九条　对造成环境严重污染的企业事业单位，限期治理。

中央或者省、自治区、直辖市人民政府直接管辖的企业事业单位的限期治理，由省、自治区、直辖市人民政府决定。

市、县或者市、县以下人民政府管辖的企业事业单位的限期治理，由市、县人民政府决定。被限期治理的企业事业单位必须如期完成治理任务。

第三十条　禁止引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备。

第三十一条　因发生事故或者其他突然性事件，造成或者可能造成污染事故的单位，必须立即采取措施处理，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向当地环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

可能发生重大污染事故的企业事业单位，应当采取措施，加强防范。

第三十二条　县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，在环境受到严重污染威胁居民生命财产安全时，必须立即向当地人民政府报告，由人民政府采取有效措施，解除或者减轻危害。

第三十三条　生产、储存、运输、销售、使用有毒化学物品和含有放射性物质的物品，必须遵守国家有关规定，防止污染环境。

第三十四条　任何单位不得将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用。

第五章　法律责任

第三十五条　违反本法规定，有下列行为之一的，环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门可以根据不同情节，给予警告或者处以罚款：

（一）拒绝环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门现场检查或者在被检查时弄虚作假的。

（二）拒报或者谎报国务院环境保护行政主管部门规定的有关污染物排放申报事项的。

（三）不按国家规定缴纳超标准排污费的。

（四）引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备的。

（五）将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用的。

第三十六条　建设项目的防治污染设施没有建成或者没有达到国家规定的要求，投入生产或者使用的，由批准该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用，可以并处罚款。

第三十七条　未经环境保护行政主管部门同意，擅自拆除或者闲置防治污染的设施，污染物排放超过规定的排放标准的，由环境保护行政主管部门责令重新安装使用，并处罚款。

第三十八条　对违反本法规定，造成环境污染事故的企业事业单位，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门根据所造成的危害后果处以罚款；情节较重的，对有关责任人员由其所在单位或者政府主管机关给予行政处分。

第三十九条　对经限期治理逾期未完成治理任务的企业事业单位，除依照国家规定加收超标准排污费外，可以根据所造成的危害后果处以罚款，或者责令停业、关闭。

前款规定的罚款由环境保护行政主管部门决定。责令停业、关闭，由作出限期治理决定的人民政府决定；责令中央直接管辖的企业事业单位停业、关闭，须报国务院批准。

第四十条　当事人对行政处罚决定不服的，可以在接到处罚通知之日起十五日内，向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议；对复议决定不服的，可以在接到复议决定之日起十五日内，向人民法院起诉。当事人也可以在接到处罚通知之日起十五日内，直接向人民法院起诉。当事人逾期不申请复议、也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第四十一条　造成环境污染危害的，有责任排除危害，并对直接受到损害的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门处理，当事人对处理决定不服的，可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成环境污染损害的，免予承担责任。

第四十二条　因环境污染损害赔偿提起诉讼的时效期间为三年，从当事人知道或者应当知道受到污染损害时起计算。

第四十三条　违反本法规定，造成重大环境污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对直接责任人员依法追究刑事责任。

第四十四条　违反本法规定，造成土地、森林、草原、水、矿产、渔业、野生动植物等资源的破坏的，依照有关法律的规定承担法律责任。

第四十五条　环境保护监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章　附　　则

第四十六条　中华人民共和国缔结或者参加的与环境保护有关的国际条约，同中华人民共和国的法律有不同规定的，适用国际条约的规定，但中华人民共和国声明保留的条款除外。

第四十七条　本法自公布之日起施行。《中华人民共和国环境保护法(试行)》同时废止。

工业企业设计卫生标准(TJ36—79)

表1　车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度

a. 1979年卫生部颁发的"工业企业卫生标准"TJ 36—79中车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度

编号	物质名称	最高容许浓度(mg/m³)
	(一) 有毒物质	
1	一氧化碳*	30
2	一甲胺	5
3	乙醚	500
4	乙腈	3
5	二甲胺	10
6	二甲苯	100
7	二甲基甲酰胺(皮)	10
8	二甲基二氯硅烷	2
9	二氧化硫	15
10	二氧化硒	0.1
11	二氯丙醇(皮)	5
12	二硫化碳(皮)	10
13	二异氰酸甲苯酯	0.2
14	丁烯	100
15	丁二烯	100
16	丁醛	10
17	三乙基氯化锡(皮)	0.01
18	三氧化二砷及五氧化二砷	0.3
19	三氧化铬、铬酸盐、重铬酸盐(换算成CrO_3)	0.05
20	三氯氢硅	3
21	己内酰胺	10
22	五氧化二磷	1
23	五氯酚及其钠盐	0.3
24	六六六	0.1
25	丙体六六六	0.05
26	丙酮	400
27	丙烯腈(皮)	2
28	丙烯醛	0.3
29	丙烯醇(皮)	2
30	甲苯	100
31	甲醛	3
32	光气	0.5
	有机磷化合物：	
33	内吸磷(E 059)(皮)	0.02
34	对硫磷(E 605)(皮)	0.05
35	甲拌磷(3911)(皮)	0.01
36	马拉硫磷(4049)(皮)	2
37	甲基内吸磷(甲基E 059)(皮)	0.2
38	甲基对硫磷(甲基E 650)(皮)	0.1
39	乐戈(乐果)(皮)	1
40	敌百虫(皮)	1
41	敌敌畏(皮)	0.3
42	吡啶	4
	汞及其化合物：	
43	金属汞	0.01
44	升汞	0.1
45	有机汞化合物(皮)	0.005
46	松节油	300
47	环氧氯丙烷(皮)	1
48	环氧乙烷	5
49	环己酮	50
50	环己醇	50
51	环己烷	100
52	苯(皮)	40
53	苯及其同系物的一硝基化合物(硝基苯及硝基甲苯等)(皮)	5
54	苯及其同系物的二及三硝基化合物(二硝基苯、三硝基甲苯等)(皮)	1
55	苯的硝基及二硝基氯化物(一硝基氯苯、二硝基氯苯等)(皮)	1
56	苯胺、甲苯胺、二甲苯胺(皮)	5
57	苯乙烯	40
	钒及其化合物：	
58	五氧化二钒烟	0.1
59	五氧化二钒粉尘	0.5
60	钒铁合金	1
61	苛性碱(换算成NaOH)	0.5
62	氟化氢及氟化物(换算成F)	1
63	氨	30
64	臭氧	0.3
65	氧化氮(换算成NO_2)	5
66	氧化锌	5
67	氧化镉	0.1
68	砷化氢	0.3
	铅及其化合物：	
69	铅烟	0.03
70	铅尘	0.05
71	四乙基铅(皮)	0.005
72	硫化铅	0.5
73	铍及其化合物	0.001
74	钼(可溶性化合物)	4

续表

编号	物质名称	最高容许浓度(mg/m³)	编号	物质名称	最高容许浓度(mg/m³)
75	钼(不溶性化合物)	6	100	钨及碳化钨	6
76	黄磷	0.03		醋酸酯:	
77	酚(皮)	5	101	醋酸甲酯	100
78	萘烷、四氢化萘	100	102	醋酸乙酯	300
79	氰化氢及氢氰酸盐(换算成HCN)(皮)	0.3	103	醋酸丙酯	300
80	联苯—联苯醚	7	104	醋酸丁酯	300
81	硫化氢	10	105	醋酸戊酯	100
82	硫酸及三氧化硫	2		醇:	
83	锆及其化合物	5	106	甲醇	50
84	锰及其化合物(换算成MnO_2)	0.2	107	丙醇	200
85	氯	1	108	丁醇	200
86	氯化氢及盐酸	15	109	戊醇	100
87	氯苯	50	110	糠醛	10
88	氯萘及氯联苯(皮)	1	111	磷化氢	0.3
89	氯化苦	1		(二) 生产性粉尘	
	氯化烃:	1	1	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘(石英、石英岩等)**	2
90	二氯乙烷	25			
91	三氯乙烯	30	2	石棉粉尘及含有10%以上石棉的粉尘	2
92	四氯化碳(皮)	25	3	含有10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
93	氯乙烯	30	4	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
94	氯丁二烯(皮)	2	5	含有10%以下游离二氧化硅的煤尘	10
95	溴甲烷(皮)	1	6	铝、氧化铝、铝合金粉尘	4
96	碘甲烷(皮)	1	7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
97	溶剂汽油	350	8	烟草及茶叶粉尘	3
98	滴滴涕	0.3	9	其他粉尘***	10
99	羰基镍	0.001			

注: (1) 表中最高容许浓度是工人工作地点空气中有害物质所不应超过的数值。工作地点系指工人为观察和管理生产过程而经常或定时停留的地点,如生产操作在车间内许多不同地点进行,则整个车间均算为工作地点

(2) 有(皮)标记者为除经呼吸道吸收外,尚易经皮肤吸收的有毒物质

(3) 工人在车间内停留的时间短暂,经采取措施仍不能达到上表规定的浓度时,可与省、自治区、市、卫生主管部门协商解决

* 一氧化碳的最高容许浓度在作业时间短暂时可予放宽:作业时间1 h以内,一氧化碳浓度容许达到50 mg/m³;30 min以内为100 mg/m³;15—20 min为200 mg/m³。在上述条件下反覆作业时,两次作业之间需隔2 h以上

** 含有80%以上游离二氧化硅的生产性粉尘,宜不超过1 mg/m³

*** 其他粉尘系指游离二氧化硅含量在10%以下,不含有毒物质的矿物性和动植物性粉尘

(4) 本表所列各项有毒物质的检验方法,应按卫生部批准的现行《车间空气监测检验方法》执行

b. 1983—1989年新增和修订的车间空气中有害物质最高容许浓度

物质名称	最高容许浓度(mg/m³)	物质名称	最高容许浓度(mg/m³)
I. 有毒物质		甲基丙烯酸环氧丙酯	5
丙烯酸甲酯	20	氯乙醇(皮)	2
锑及其化合物	1.0(按Sb计)	丙烯酰胺(皮)	0.3
氯丙烯	2	百菌清	0.4
甲基丙烯酸甲酯(皮)	30	钴及其氧化物	0.1(按Co计)
六氟化硫	6 000	三甲苯磷酸酯(皮)	0.3
磷胺(皮)	0.02	铜(尘、烟):尘	1(按Cu计)
氢化锂	0.05	烟	0.2
二甲基乙酰胺(皮)	10	抽余油(50~220℃)	300
三氯化磷	0.5	溶剂汽油*	300
乙二胺	4	敌百虫*	0.5
液化石油气	1 000	环氧乙烷	2
间苯二酚	10	钒及其化合物*:金属钒、钒铁合金、碳化钒	1.0(按V计)

续表

物质名称	最高容许浓度(mg/m³)	物质名称	最高容许浓度(mg/m³)
钒化合物尘	0.1(按V计)	萤石混合性粉尘(含游离二氧化硅20%以上)	2
钒化合物烟	0.02(按V计)	蛭石粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	5
1,2-二氯乙烷	15	二氧化钛粉尘	10
II. 粉尘		碳化硅粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	10
石墨粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	6	砂轮磨尘(含游离二氧化硅10%以下)	10
皮毛粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	10	含50~80%游离二氧化硅粉尘	1.5
炭黑粉尘	8	含80%以上游离二氧化硅粉尘	1
珍珠岩粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	10	铝、氧化铝、铝合金;铝和铝合金粉尘	4
云母粉尘(含游离二氧化硅10%以下)	4	氧化铝粉尘	6
活性炭粉尘	10		

* 修订标准,由卫生部劳动卫生标准委员会审议通过并颁布

c. 1989年后新增和修订的车间空气中有毒物质最高容许浓度

I. 有毒物质	最高容许浓度(mg/m³)
二氧化碳	18 000
二硫化碳*	5
氯甲烷	40
氯丁二烯*	4
二月桂酸二丁锡(皮)	0.2
溴氰菊酯	0.03
乙苯	50
乙二醇	20
氰戊菊酯	0.05
叠氮酸	0.2
异稻瘟净	1
氧化锰	10
萘	50
氧化乐果	0.3
叠氮酸钠	0.3
硫酰氟	20
铊	0.01
三氯甲基次氯酸酯	0.2
II. 粉尘	
棉尘($SiO_2<10\%$)	3
凝聚二氧化硅尘	3
焊尘	6
木尘($SiO_2<10\%$)	8

* 表明修订

注:这部分标准已经过卫生部劳动卫生标准委员会审议通过,尚未颁布

表2 居住区大气中有害物质的最高容许浓度

编号	物质名称	最高容许浓度mg/m³	
		一次	日平均
1	一氧化碳	3.00	1.00
2	乙醛	0.01	
3	二甲苯	0.30	
4	二氧化硫	0.50	0.15
5	二硫化碳	0.04	
6	五氧化二磷	0.15	0.05
7	丙烯腈		0.05

续表

编号	物质名称	最高容许浓度mg/m³	
		一次	日平均
8	丙烯醛	0.10	
9	丙酮	0.80	
10	甲基对硫磷(甲基E 605)	0.01	
11	甲醇	3.00	1.00
12	甲醛	0.05	
13	汞		0.000 3
14	吡啶	0.08	
15	苯	2.40	0.80
16	苯乙烯	0.01	
17	苯胺	0.10	0.03
18	环氧氯丙烷	0.20	
19	氟化物(换算成F)	0.02	0.007
20	氨	0.20	
21	氧化氮(换算成NO_2)	0.15	
22	砷化物(换算成As)		0.003
23	敌百虫	0.10	
24	酚	0.02	
25	硫化氢	0.01	
26	硫酸	0.30	0.10
27	硝基苯	0.01	
28	铅及其无机化合物(换算成Pb)		0.000 7*
29	氯	0.10	0.03
30	氯丁二烯	0.10	
31	氯化氢	0.05	0.015
32	铬(六价)	0.001 5	
33	锰及其化合物(换算成MnO_2)		0.01
34	飘尘	0.50	0.15

* 大气中铅及其无机化合物的卫生标准(GB7355—87)中定铅及其无机化合物的日平均最高容许浓度为0.001 5 mg/m³

表3　地面水水质卫生要求

指　标	卫　生　要　求
悬浮物质	含有大量悬浮物质的工业废水,不得直接排入地面水
色、臭、味	不得呈现工业废水和生活污水所特有的颜色、异臭或异味
漂浮物质pH值	水面上不得出现较明显的油膜和浮沫 6.5—8.5
生化需氧量(5 d 20℃)	不超过3—4 mg/L
溶解氧	不低于4 mg/L(东北地区渔业水体应不低于5 mg/L)
有害物质	不超过规定的最高容许浓度(见下表)
病原体	含有病原体的工业废水和医院污水,必须经过处理和严格消毒,彻底消灭病原体后方准排入地面水

表4　地面水中有害物质最高容许浓度

编号	有害物质名称	最高容许浓度mg/L	限制指标
1	乙腈	5.0	毒理
2	乙醛	0.05	感官
3	二硫化碳	2.0	感官
4	二硝基苯	0.5	感官
5	二硝基氯苯	0.5	自净
6	二氯苯	0.02	毒理
7	丁基黄原酸盐	0.005	毒理

续表

编号	有害物质名称	最高容许浓度mg/L	限制指标
8	三氯苯	0.02	毒理
9	三硝基甲苯	0.5	自净
10	马拉硫磷(4049)	0.25	感官
11	己内酰胺	按地面水中生化需氧量计算	自净
12	六六六	0.02	感官
13	六氯苯	0.05	毒理
14	内吸磷(E 059)	0.03	感官
15	水合肼	0.01	毒理
16	四乙基铅	不得检出	毒理
17	四氯苯	0.02	毒理
18	石油(包括煤油、汽油)	0.3	感官
19	甲基对硫磷(甲基E 605)	0.02	感官
20	甲醛	0.5	毒理
21	丙烯腈	2.0	毒理
22	丙烯醛	0.1	感官
23	对硫磷(E 605)	0.003	感官
24	乐戈(乐果)	0.08	感官
25	异丙苯	0.25	感官
26	汞	0.001	毒理
27	吡啶	0.2	毒理
28	钒	0.1	毒理
29	松节油	0.2	感官
30	苯	2.5	毒理
31	苯乙烯	0.3	感官
32	苯胺	0.1	毒理
33	苦味酸	0.5	感官
34	氯化物	1.0	毒理
35	活性氯	不得检出(按地面水需氯量计算)	
36	挥发酚类	0.01	感官
37	砷	0.04	毒理
38	钼	0.5	毒理
39	铅	0.1	毒理
40	钴	1.0	毒理
41	铍	0.000 2	毒理
42	硒	0.01	毒理
43	铬：三价铬	0.5	感官
	六价铬	0.05	毒理
44	铜	0.1	自净
45	锌	1.0	自净
46	硫化物	不得检出(按地面水溶解氧计算)	自净
47	氰化物	0.05	毒理
48	氯苯	0.02	毒理
49	硝基氯苯	0.05	毒理
50	锑	0.05	毒理
51	滴滴涕	0.2	毒理
52	镍	0.5	自净
53	镉	0.01	毒理

生活饮用水卫生标准(GB5749—85)

生活饮用水卫生标准表

编号	项　目	标　准
	感官性状和一般化学指标:	
1	色	色度不超过15度,并不得呈现其他异色
2	浑浊度	不超过3度,特殊情况不超过5度
3	臭和味	不得有异臭、异味
4	肉眼可见物	不得含有
5	pH值	6.5—8.5
6	总硬度(以碳酸钙计)	450 mg/L
7	铁	0.3 mg/L
8	锰	0.1 mg/L
9	铜	1.0 mg/L
10	锌	1.0 mg/L
11	挥发酚类(以苯酚计)	0.002 mg/L
12	阴离子合成洗涤剂	0.3 mg/L
13	硫酸盐	250 mg/L
14	氯化物	250 mg/L
15	溶解性总固体	1000 mg/L
	毒理学指标:	
16	氟化物	1.0 mg/L
17	氰化物	0.05 mg/L
18	砷	0.05 mg/L
19	硒	0.01 mg/L
20	汞	0.001 mg/L
21	镉	0.01 mg/L
22	铬(六价)	0.05 mg/L
23	铅	0.05 mg/L
24	银	0.05 mg/L
25	硝酸盐(以氮计)	20 mg/L
26	氯仿	60μg/L
27	四氯化碳	3μg/L
28	苯并(a)芘	0.01μg/L
29	滴滴涕*	1μg/L
30	六六六*	5μg/L
	细菌学指标:	
31	细菌总数	100个/ml
32	总大肠菌群	3个/L
33	游离余氯	在接触30 min后应不低于0.3 mg/L,集中式给水除出厂水应符合上述要求外,管网末梢水不应低于0.05 mg/L
	放射性指标:	
34	总α放射性	0.1 Bq/L
35	总β放射性	1 Bq/L

城市区域环境噪声标准

Standard of environmental noise of urban area

中华人民共和国国家标准 UDC 534.836 GB 3096—82

本标准为贯彻《中华人民共和国环境保护法(试行)》,控制城市区域环境噪声危害而制订。

本标准适用于城市区域或环境。

1. 标准值及适用范围

1.1 城市各类区域环境噪声标准值列于下表。

单位:等效声级Leq(dBA)

适用区域	昼间	夜间
特殊住宅区	45	35
居民、文教区	50	40
一类混合区	55	45
二类混合区、商业中心区	60	50
工业集中区	65	55
交通干线道路两侧	70	55

1.2 适用区域的划定:

1.2.1 "特殊住宅区"是指特别需要安静的住宅区。

1.2.2 "居民、文教区"是指纯居民区和文教、机关区。

1.2.3 "一类混合区"是指一般商业与居民混合区。

1.2.4 "二类混合区"是指工业、商业、少量交通与居民混合区。

1.2.5 "商业中心区"是指商业集中的繁华地区.

1.2.6 "工业集中区"是指在一个城市或区域内规划明确确定的工业区。

1.2.7 "交通干线道路两侧"是指车流量每小时100辆以上的道路两侧。

1.2.8 本标准"适用区域"的地带范围,由地方人民政府划定。

1.3 夜间频繁突发出现的噪声,其峰值不准超过标准值10 dBA(如风机、排气噪声)。夜间偶然出现突发的噪声,其峰值不准超过标准值15 dBA(如短促鸣笛声)。

1.4 本标准昼间、夜间的时间由当地人民政府按当地习惯和季节变化划定

2. 监测方法

2.1 本标准值为户外允许噪声级。测量点选在受影响者的居住或工作建筑物外1 m,传声器高于地面1.2 m以上的噪声影响敏感处(例如室外1 m处)。

必须在室内测量时,室内标准值低于所在区域10 dBA。

2.2 本标准噪声级测量及等效声级的计算方法,按国家标准《城市环境噪声测量方法》中的1.2条指定地点环境噪声监测的规定执行。

水污染防治法

(1984 年 5 月 11 日第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过)

第一章 总 则

第一条 为防治水污染,保护和改善环境,以保障人体健康,保证水资源的有效利用,促进社会主义现代化建设的发展,特制定本法。

第二条 本法适用于中华人民共和国领域内的江河、湖泊、运河、渠道、水库等地表水体以及地下水体的污染防治。

海洋污染防治另由法律规定,不适用本法

第三条 国务院有关部门和地方各级人民政府,必须将水环境保护工作纳入计划,采取防治水污染的对策和措施。

第四条 各级人民政府的环境保护部门是对水污染防治实施统一监督管理的机关。

各级交通部门的航政机关是对船舶污染实施监督管理的机关

各级人民政府的水利管理部门、卫生行政部门、地质矿产部门、市政管理部门、重要江河的水源保护机构,结合各自的职责,协同环境保护部门对水污染防治实施监督管理。

第五条 一切单位和个人都有责任保护水环境,并有权对污染损害水环境的行为进行监督和检举。

因水污染危害直接受到损失的单位和个人,有权要求致害者排除危害和赔偿损失。

第二章 水环境质量标准和污染物排放标准的制定

第六条 国务院环境保护部门制定国家水环境质量标准。

省、自治区、直辖市人民政府可以对国家水环境质量标准中未规定的项目,制定地方补充标准,并报国务院环境保护部门备案。

第七条 国务院环境保护部门根据国家水环境质量标准和国家经济、技术条件,制定国家污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对执行国家污染物排放标准不能保证达到水环境质量标准的水体,可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准,并报国务院环境保护部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的水体排放污染物的,应当执行地方污染物排放标准。

第八条 国务院环境保护部门和省、自治区、直辖市人民政府,应当根据水污染防治的要求和国家经济、技术条件,适时修订水环境质量标准和污染物排放标准。

第三章 水污染防治的监督管理

第九条 国务院有关部门和地方各级人民政府在开发、利用和调节、调度水资源的时候,应当统筹兼顾,维护江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水体的合理水位,维护水体的自然净化能力。

第十条 国务院有关部门和地方各级人民政府必须把保护城市水源和防治城市水污染纳入城市建设规划,建设和完善城市排水管网和污水处理设施。

第十一条 国务院有关部门和地方各级人民政府应当合理规划工业布局,对造成水污染的企业进行整顿和技术改造,采取综合防治措施,提高水的重复利用率,合理利用资源,减少废水和污染物排放量。

第十二条 县级以上人民政府可以对生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业水体和其他具有特殊经济文化价值的水体,划定保护区,并采取措施,保证保护区的水质符合规定用途的水质标准。

第十三条 新建、扩建、改建直接或者间接向水体排放污染物的建设项目和其他水上设施,必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书,必须对建设项目可能产生的水污染和对生态环境的影响作出评价,规定防治的措施,按照规定的程序报经有关环境保护部门审查批准。在运河、渠道、水库等水利工程内设置排污口,应当经过有关水利工程管理部门同意。

建设项目投入生产或者使用的时候,其水污染防治设施必须经过环境保护部门检验,达不到规定要求的,该建设

项目不准投入生产或者使用。

第十四条 直接或者间接向水体排放污染物的企业事业单位,应当按照国务院环境保护部门的规定,向所在地的环境保护部门申报登记拥有的污染物排放设施、处理设施和在正常作业条件下排放污染物的种类、数量和浓度,并提供防治水污染方面的有关技术资料。

排放污染物的种类、数量和浓度有重大改变的,应当及时申报。拆除或者闲置污染物处理设施的,应当提前申报,并征得所在地的环境保护部门的同意。

第十五条 企业事业单位向水体排放污染物的,按照国家规定缴纳排污费;超过国家或者地方规定的污染物排放标准的,按照国家规定缴纳超标准排污费,并负责治理。

第十六条 对造成水体严重污染的排污单位,限期治理

中央或者省、自治区、直辖市人民政府直接管辖的企业事业单位的限期治理,由省、自治区、直辖市人民政府的环境保护部门提出意见,报同级人民政府决定。市、县或者市、县以下人民政府管辖的企业事业单位的限期治理,由市、县人民政府的环境保护部门提出意见,报同级人民政府决定。排污单位应当如期完成治理任务。

第十七条 在生活饮用水源受到严重污染,威胁供水安全等紧急情况下,环境保护部门应当报经同级人民政府批准,采取强制性的应急措施,包括责令有关企业事业单位减少或者停止排放污染物。

第十八条 各级人民政府的环境保护部门和有关的监督管理部门,有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查,被检查的单位必须如实反映情况,提供必要的资料。检查机关有责任为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密

第四章 防止地表水污染

第十九条 在生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业水体和其他有特殊经济文化价值的水体的保护区内,不得新建排污口。在保护区附近新建排污口,必须保证保护区水体不受污染。

本法公布前已有的排污口,排放污染物超过国家或者地方标准的,应当治理;危害饮用水源的排污口,应当搬迁。

第二十条 排污单位发生事故或者其他突然性事件,排放污染物超过正常排放量,造成或者可能造成水污染事故的,必须立即采取应急措施,通报可能受到水污染危害和损害的单位,并向当地环境保护部门报告。船舶造成污染事故的,应当向就近的航政机关报告,接受调查处理。

第二十一条 禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。

第二十二条 禁止在水体清洗装贮过油类或者有毒污染物的车辆和容器。

第二十三条 禁止将含有汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、黄磷等的可溶性剧毒废渣向水体排放、倾倒或者直接埋入地下。

存放可溶性剧毒废渣的场所,必须采取防水、防渗漏、防流失的措施。

第二十四条 禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城市垃圾和其他废弃物。

第二十五条 禁止在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡堆放、存贮固体废弃物和其他污染物。

第二十六条 禁止向水体排放或者倾倒放射性固体废弃物或者含有高放射性和中放射性物质的废水。

向水体排放含低放射性物质的废水,必须符合国家有关放射防护的规定和标准。

第二十七条 向水体排放含热废水,应当采取措施,保证水体的水温符合水环境质量标准,防止热污染危害。

第二十八条 排放含病原体的污水,必须经过消毒处理,符合国家有关标准后,方准排放。

第二十九条 向农田灌溉渠道排放工业废水和城市污水,应当保证其下游最近的灌溉取水点的水质符合农田灌溉水质标准。

利用工业废水和城市污水进行灌溉,应当防止污染土壤、地下水和农产品。

第三十条 使用农药,应当符合国家有关农药安全使用的规定和标准。

运输、存贮农药和处置过期失效农药,必须加强管理,防止造成水污染。

第三十一条 船舶排放含油污水、生活污水,必须符合船舶污染物排放标准。从事海洋航运的船舶,进入内河和港口的,应当遵守内河的船舶污染物排放标准。

船舶的残油、废油必须回收,禁止排入水体。

禁止向水体倾倒船舶垃圾。

船舶装载运输油类或者有毒货物,必须采取防止溢流和渗漏的措施,防止货物落水造成水污染。

第五章　防止地下水污染

第三十二条　禁止企业事业单位利用渗井、渗坑、裂隙和溶洞排放、倾倒含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物。

第三十三条　在无良好隔渗地层，禁止企业事业单位使用无防止渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者存贮含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物。

第三十四条　在开采多层地下水的时候，如果各含水层的水质差异大，应当分层开采；对已受污染的潜水和承压水，不得混合开采。

第三十五条　兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，应当采取防护性措施，防止地下水污染。

第三十六条　人工回灌补给地下水，不得恶化地下水质。

第六章　法 律 责 任

第三十七条　违反本法规定，有下列行为之一的，环境保护部门或者交通部门的航政机关可以根据不同情节，给予警告或者处以罚款：

（一）拒报或者谎报国务院环境保护部门规定的有关污染物排放申报登记事项的；

（二）建设项目的水污染防治设施没有建成或者没有达到国家有关建设项目环境保护管理的规定的要求，投入生产或者使用的；

（三）拒绝环境保护部门或者有关的监督管理部门现场检查，或者弄虚作假的；

（四）违反本法第四章、第五章有关规定，贮存、堆放、弃置、倾倒、排放污染物、废弃物的；

（五）不按国家规定缴纳排污费或者超标准排污费的。

罚款的办法和数额由本法实施细则规定。

第三十八条　造成水体严重污染的企业事业单位，经限期治理，逾期未完成治理任务的，除按照国家规定征收两倍以上的超标准排污费外，可以根据所造成的危害和损失处以罚款，或者责令其停业或者关闭。

罚款由环境保护部门决定。责令企业事业单位停业或者关闭，由作出限期治理决定的地方人民政府决定；责令中央直接管辖的企业事业单位停业或者关闭的，须报经国务院批准。

第三十九条　违反本法规定，造成水污染事故的企业事业单位，由环境保护部门或者交通部门的航政机关根据所造成的危害和损失处以罚款；情节较重的，对有关责任人员，由所在单位或者上级主管机关给予行政处分。

第四十条　当事人对行政处罚决定不服的，可以在收到通知之日起15天内，向人民法院起诉；期满不起诉又不履行的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第四十一条　造成水污染危害的单位，有责任排除危害，并对直接受到损失的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护部门或者交通部门的航政机关处理；当事人对处理决定不服的，可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

水污染损失由第三者故意或者过失所引起的，第三者应当承担责任。

水污染损失由受害者自身的责任所引起的，排污单位不承担责任。

第四十二条　完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成水污染损失的，免予承担责任。

第四十三条　违反本法规定，造成重大水污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对有关责任人员可以比照刑法第一百一十五条或者第一百八十七条的规定，追究刑事责任。

第七章　附　　则

第四十四条　本法中下列用语的含义是：

（一）"水污染"是指水体因某种物质的介入，而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特性的改变，从而影响水的有效利用，危害人体健康或者破坏生态环境，造成水质恶化的现象。

（二）"污染物"是指能导致水污染的物质。

（三）"有毒污染物"是指那些直接或者间接为生物摄入体内后，导致该生物或者其后代发病、行为反常、遗传异变、生理机能失常、机体变形或者死亡的污染物。

（四）"油类"是指任何类型的油及其炼制品。

（五）"渔业水体"是指划定的鱼虾类的产卵场、索饵场、越冬场、回游通道和鱼虾贝藻类的养殖场。

第四十五条　国务院环境保护部门根据本法制定实施细则，报国务院批准后施行。

第四十六条　本法自 1984 年 11 月 1 日起施行。

粪便无害化卫生标准

Sanitary Standard for the Non-hazardous Treatment of Nightsoil

中华人民共和国国家标准 UDC GB 7959－87

为贯彻"预防为主"的卫生工作方针，切实搞好粪便卫生管理和无害化处理，加强除害灭病的技术指导，改善城乡环境卫生面貌，保障人民身体健康，特制定本标准。

本标准适用于全国城乡垃圾、粪便无害化处理效果的卫生评价和为建设垃圾、粪便处理构筑物提供卫生设计参数。

1. 定义

1.1　粪便是指人体排泄物。

1.2　堆肥是指以垃圾、粪便为原料的好氧性高温堆肥(包括不加粪便的纯垃圾堆肥和农村的粪便、秸秆堆肥)

1.3　沼气发酵是指以粪便为原料，在密闭、厌氧条件下的厌氧性消化(包括常温、中温和高温消化)。

2. 标准值

经无害化处理后的堆肥和粪便应符合表 1、表 2 卫生标准。

表 1　高温堆肥的卫生标准

编号	项　目	卫　生　标　准
1	堆肥温度	最高堆温达 50—55℃ 以上，持续 5—7 d
2	蛔虫卵死亡率	95%—100%
3	粪大肠菌值	10^{-1}—10^{-2}
4	苍蝇	有效地控制苍蝇孳生，堆肥周围没有活的蛆、蛹或新羽化的成蝇

表 2　沼气发酵的卫生标准

编号	项　目	卫　生　标　准
1	密封贮存期	30 d以上
2	高温沼气发酵温度	53±2℃ 持续 2 d
3	寄生虫卵沉降率	95%以上
4	血吸虫卵和钩虫卵	在使用粪液中不得检出活的血吸虫卵和钩虫卵
5	粪大肠菌值	常温沼气发酵 10^{-4} 高温沼气发酵 10^{-1}—10^{-2}
6	蚊子、苍蝇	有效地控制蚊蝇孳生，粪液中无孑孓，池的周围无活的蛆、蛹或新羽化的成蝇
7	沼气池粪渣	需经无害化处理后方可用作农肥

注：(1) 也可用于三格化粪池和密闭贮存方法处理粪便效果的卫生评价

(2) 在非血吸虫病和钩虫病流行区，血吸虫卵和钩虫卵指标可以不检

3. 监测检验方法

堆肥、粪稀中粪便大肠菌群和寄生虫卵的检验，采用本标准附录的方法。

公共场所卫生标准

Hygienic standard for public places

中华人民共和国国家标准GB 9663—9673—88

旅店业卫生标准(Hygienic standard for hotel)(GB 9663—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了各类旅店和招待所客房微小气候、空气质量、噪声、照度等卫生标准,并对卫生设施、用品提出有关规定。

本标准适用于宾馆、饭店、旅店、招待所、地下室旅店和车马店等。

2. 标准值

项　　目	标　　准			
	三级[2]以上旅馆(宾馆、饭店、酒店)	四、五、六级[2]旅店、招待所	地下室旅店	车马店(汽车马车店)
温度,℃	冬季20—26 夏季24—28	采暖地区冬季 不低于16	冬季不低于16 夏季24—28	采暖地区冬季 不低于16
相对湿度,%	40—60	30—80	30—80	
风速,m/s	0.10—0.30	0.10—0.50	0.20—0.50	
一氧化碳,mg/m^3	不超过5	不超过10	不超过10	不超过10
二氧化碳,%	不超过0.10	不超过0.15	不超过0.15	不超过0.15
可吸入颗粒物[1],mg/m^3	不超过0.15	不超过0.15		
细菌总数,个$/m^3$	不超过2 000	不超过4 000	不超过1 000	
照度,lx	不低于50	不低于50	不低于50	不低于50
噪声,dB(A)	不超过45	不超过50	不超过55	—
新风量,$m^3/(人\cdot h)$	不低于20			
机械通风量·$m^3/(人\cdot h)$			不低于50	
床位面积,$m^2/人$	不低于7	不低于4	不低于4	不低于3

注:(1) 试行标准

(2) 系指《旅馆业建筑设计规范》中建筑等级

3. 有关规定

3.1 各类旅店和招待所须有消毒间或消毒设施。公用茶具、毛巾、浴盆、脸盆、拖鞋每客用后应消毒,茶具消毒应符合餐具消毒要求。

3.2 客房没有洗浴设施的旅店,应有公共浴室,每床应配备有不同标记的脸盆和脚盆。

3.3 卫生间应有自然通风管井或机械通风装置。

3.4 空调器的进风口应设在室外,空调器过滤材料应定期清洗和更换。

3.5 配备负离子发生器的客房,空气中臭氧浓度不得超过0.1 mg/m^3。

3.6 建筑物内部装饰及保温材料不得对人体产生危害。

3.7 被套、枕套(巾)、床单等床上用品应一客一换,长住客床上用品更换间隔不超过1周。

3.8 应有防蚊蝇和鼠害的措施,蚊、蝇、蟑螂等病媒昆虫指数及鼠密度应符合有关卫生标准。

3.9 对旅客废弃的衣物应进行登记和监督处理。

3.10 地下室旅店不得生火取暖、做饭。

3.11 自备水源与二次供水水质须符合GB 5749《生活饮用水卫生标准》。二次供水蓄水池应有卫生防护设施,防

止污染，并定期清洗消毒。

3.12 用非饮用水（如污水净化处理用水）做冲洗和浇洒时，不得影响室内外环境卫生。其水质应符合有关规定。

3.13 旅店招待所附设的理发店、浴室、商场、俱乐部等应执行相应的卫生标准。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由旅店业经营单位和设计等有关单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督检查执行情况。

文化娱乐场所卫生标准(Hygienic standard for public place of entertainment)(GB 9664—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了文化娱乐场所的微小气候、空气质量、照度、噪声、通风等卫生标准，并提出有关建筑设计的卫生要求。

本标准适用于电影院、剧院（俱乐部）、录象厅（室）、音乐厅、游艺厅、舞厅、音乐茶座、酒吧、咖啡厅及多功能文化娱乐场所。

2. 标准值

项　目	电影院、剧院(俱乐部)、录象厅、音乐厅	舞厅、游艺厅、音乐茶座、酒吧、咖啡厅
温度，℃	有空调装置夏季24—28，冬季不低于16	有空调装置夏季24—28，冬季不低于16
相对湿度，%	30—80	30—80
风速，m/s	0.10—0.50	0.10—0.50
一氧化碳，mg/m^3		不超过10
二氧化碳，%	不超过0.15	不超过0.15
可吸入颗粒物*，mg/m^3	不超过0.15	不超过0.15
细菌总数，个/m^3	不超过4 000	不超过4 000
新风量，m^3/(人·h)	不低于20	不低于20
噪声，dB(A)	动态噪声不超过85，静态噪声不超过45，空场噪声不超过35	动态噪声不超过85

* 试行标准

3. 有关规定

3.1 观众厅座位在800个以上的文化娱乐场所必须采用机械通风。总风量每人每小时不低于50 m^3。空调器进风口必须在室外。

3.2 影剧院、音乐厅应设吸烟室、休息室。场内禁止吸烟。

3.3 舞厅平均每人占有面积不小于1.5 m^2（舞池内每人占有面积不小于0.8 m^2）。音乐茶座每人占有面积不小于1.25 m^2。

3.4 电影院前厅照明照度不低于40 lx，观众厅（空场）、音乐茶座、酒吧、咖啡厅不低于15 lx。剧场前厅不低于60 lx，休息厅不低于40 lx，观众厅不低于20 lx。舞厅不低于5 lx。

3.5 文化娱乐场所应设男女厕所。大便池男150人1个，女50人1个（男女比例1∶1时男女蹲位比例为1∶3）；小便斗每40人设1个（小便槽以50 cm折合1个小便斗）。每200人设一个洗手盆。厕所应有单独通风设备，厕所门净宽不小于1.4 m，应安装双向门。

3.6 观众厅吊顶材料不得用玻璃纤维。

3.7 影剧院观众厅的长度，普通银幕应小于幕宽的6倍；宽银幕应小于幕宽的3倍；胶片70 mm立体声影院应小于幕宽的1.5倍。剧场舞台高度应为0.8—1.1 m。

3.8 座位视角：普通银幕边缘和对侧第一排座位边缘的连线与银幕间的夹角应大于45°；宽银幕边缘和后排中心点连线与银幕至对侧第一排的夹角不大于45°。

3.9 观众座位宽应为50—60 cm，座高应为43—47 cm。排距：短排法应为80—85 cm，长排法应为90—95 cm，

楼上排距应为85—90 cm。第一排座位至银幕的距离应大于普通银幕的1.5倍，宽银幕幕宽的0.76倍，胶片70 mm宽立体声影院幕宽的0.6倍。

3.10 观众厅应保持清洁，应采用湿式清扫，不得将不洁物及有碍公共卫生的物品携入场(厅)内。当呼吸道传染病流行时，应对室内空气和地面进行消毒。

3.11 影剧院、录象厅开始放映时，观众厅照度应逐渐减弱，变暗时间不少于30 s。

3.12 影剧院场次间隔时间不少于30 min，其中空场时间不少于10 min，换场时间应加强通风换气。

3.13 立体影剧院供观众使用的眼镜，每场使用后须用紫外线消毒。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由文化娱乐场所管理经营单位和设计等有关单位负责执行，各级卫生监督机构负责监督检查执行情况。

公共浴室卫生标准(Hygienic standard for public bathroom)(GB 9665—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了公共浴室的室温、空气质量、通风及池水温度、浊度等卫生标准，并对卫生设施、用品提出有关规定。本标准适用于各类公共浴室。

2. 标准值

项　目	等候室	更衣室	浴室(淋浴、池浴、盆浴)	桑那浴室
温度，℃	不低于18	不低于25	30—35	60—80
相对湿度，%	40—80	40—80	不超过90	不超过60
二氧化碳，%	不超过0.10	不超过0.10	不超过0.10	
一氧化碳，mg/m³	不超过10	不超过10		
换气次数，次/h	2	2	8	
照度，lx	不低于50	不低于50	不低于30	不低于30
水温，C			40—50	
池浴水浊度，度			不超过20	

3. 有关规定

3.1 公共浴室应以淋浴为主。公共浴室应有等候室、更衣室、浴室、厕所等房间。更衣室(包括兼做休息室)应选择空气流通的房间。地面要防渗、防滑，便于清洗和消毒。

3.2 淋浴室地面和墙裙要用水磨石或瓷砖铺贴。墙裙高度不低于1.5 m，地面坡度不小于2%。淋浴喷头距地面高度应为2.0—2.3 m，相邻淋浴喷头之间距离不小于0.9 m。每10个喷头设1个洗脸池。浴室进出口应有洗脸池。

3.3 浴室内屋顶应有一定的弧度。浴室应设气窗，保持通风良好，气窗面积应为地面面积的5%。

3.4 盆浴间须有洗脸盆和淋浴喷头，应设气窗。每个浴盆占地面积不应小于3 m²。

3.5 池浴间应有淋浴喷头。池浴和淋浴间的喷头数应按更衣室床位数的1/5设置。

3.6 公用浴室应有消毒间或消毒设施。对公用毛巾、茶具、拖鞋、浴巾应分类集中消毒。公用茶具、毛巾应做到一客一换一消毒。修脚工具、浴盆、拖鞋用后应及时消毒。面巾、下水巾、身巾应有明显标志。

3.7 禁止患有性病和各种传染性皮肤病(如疥疮、化脓性皮肤病、广泛性皮肤霉菌病等)的顾客就浴。

3.8 公共浴室用水水质应符合GB 5749《生活饮用水卫生标准》。

3.9 有顾客住宿的公共浴室，住宿房间应符合旅店业客房卫生标准。附设的理发店执行GB 9666《理发店、美容店卫生标准》。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由公共浴室经营单位和设计等有关单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

理发店、美容店卫生标准(Hygienic standard for barber shop and beauty shop)(GB 9666—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了理发店、美容店微小气候、空气质量、照度等卫生标准.并对理发、美容用品的清洗、消毒做出规定。

本标准适用于理发店、烫发店、美容店。

2. 标准值

项　目	一级(正特、副特级)	二级(甲、乙级)	三级(丙、丁级)
温度,℃	冬季18—22 夏季24—28	采暖地区冬季不低于16	采暖地区冬季不低于16
相对湿度,%	40—60	30—80	
风速,m/s	0.10—0.30	0.10—0.30	
混合照度,lx	不低于250	不低于150	不低于150
人工照度,lx	不低于150	不低于100	不低于100
噪声,dB(A)	不超过50	不超过60	
氨,mg/m^3	不超过20	不超过30	不超过30
细菌总数,个/m^3	不超过4 000	不超过4 000	
二氧化碳,%	不超过0.1		
一氧化碳,mg/m^3	不超过5	不超过10	不超过10

3. 有关规定

3.1　一、二级理发店、美容店应有等候室,其面积不低于营业面积的8%。

3.2　洗头池与理发座椅数比一级理发店、美容店不小于1∶4;二级理发店、美容店不小于1∶5。每个座椅占地面积一、二级理发店、美容店不小于5 m^2。

3.3　一、二级理发店经营烫发和染发时应设单独操作间,操作间应有通风装置。无单独操作间的理发店烫发、染发时应加强通风换气。

3.4　工作人员操作时应穿工作服,清面时应戴口罩。对地面碎发应及时清扫收集,保持室内清洁整齐。

3.5　应有消毒设施和消毒制度,配备足够数量供消毒周转使用的理发工具、用具和毛巾。毛巾须做到一客一换一消毒。刀具、胡刷用后应及时消毒。大小围巾应经常换洗。理发用毛巾应与烫发、染发用毛巾分开。

3.6　理发刀具、胡刷、毛巾不得检出大肠菌群和金黄色葡萄球菌。毛巾细菌总数不得超过500个/25 cm^2。

3.7　必须备有供患头癣等皮肤传染病的顾客专用的理发用具,用后及时消毒。

3.8　烫发、染发用化学制剂应符合GB 7916《化妆品卫生标准》。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由理发、美容经营单位和设计等有关单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

游泳场所卫生标准(Hygienic standard for swimming place)(GB 9667—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准.

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了室内外游泳场所的水质和游泳馆的空气质量、噪声等卫生标准,并提出建筑设计卫生要求。

本标准适用于一切人工和天然游泳场所。

2. 标准值

2.1　人工游泳池水质卫生标准

表1

项目	标准
室内游泳池池水温度,℃	22—26,儿童池 24—29
pH值	6.5—8.5
浑浊度	不大于5度或站在两岸能看清水深1.5 m的池底四、五泳道线
耗氧量,mg/L	不超过6
尿素,mg/L	不超过2.5
余氯,mg/L	游离余氯:0.4—0.6,化合性余氯:1.0以上
细菌总数,个/mL	不超过1 000
总大肠菌群,个/L	不得超过18
有毒物质	参照TJ 36《工业企业设计卫生标准》中地面水水质卫生标准执行

2.2 游泳馆空气质量和噪声卫生标准

表2

项目	标准
冬季室内气温,℃	高于水温1—2
相对湿度,%	不超过80
风速,m/s	不超过0.50
二氧化碳,%	不超过0.15
细菌总数,个/m^3	不超过4 000
噪声,dB(A)	动态噪声不超过85

2.3 海水游泳场水质卫生标准

表3

项目	标准
pH值	7.3—8.8
透明度	不低于30 cm
漂浮物质	水面不得出现油膜,无明显大块飘浮物
总大肠菌群,个/L	不得超过10 000
有毒物质	参照GB 3097《海水水质标准》执行

3. 有关规定

3.1 游泳场、馆设计卫生要求

3.1.1 新建游泳场必须结合城市远景规划,场址应选择在远离产生烟尘、有毒有害有臭气体的工业区。应避免游泳场对居民的干扰。

3.1.2 新建、改建、扩建的游泳池必须具有池水净化及消毒设备。

3.1.3 游泳池池壁及池底应光洁不渗水,呈浅色。池外走道不滑易于冲刷,走道外缘应有排水沟,污水排入下水道。

3.1.4 室内游泳池采光系数不低于1/4,水面照度不低于80 lx。

3.1.5 游泳池分别设更衣室、淋浴室、厕所等,淋浴室每30—40人设1个莲蓬头,女厕所每40人设1个便池,男厕所每60人设1个大便池和2个小便池。其污水排入下水道。

3.1.6 淋浴室通往游泳池走道中间应设强制通过式浸脚消毒池。池长不少于2 m,宽度应与走道相同,深度20 cm。

3.1.7 开辟天然游泳场的水源水质必须符合本标准2.1和2.3的规定。

3.1.8 天然游泳场的水底不应有树枝、树桩、礁石等障碍物和污染源。岸边不应为沼泽地,水流速度不大于0.5 m/s。

3.2 为防止人工游泳池生长藻类，池水中加入0.25—0.5 mg/L硫酸铜，发现藻类时药量可加到0.5 mg/L以上，但最大不超过1.0 mg/L。

3.3 人工游泳池内儿童涉水池不得与游泳池连通，开放时不断加入含余氯0.3－0.5 mg/L的新水。

3.4 天然游泳场应设合乎卫生要求的更衣室、厕所和垃圾箱。人工游泳池厕所、淋浴室和更衣室应保持清洁，用含有效氯为1 000—2 000 mg/L(0.1%—0.2%)溶液消毒。浸脚消毒池含余氯量应为5－10 mg/L，须4 h更换一次。

3.5 天然游泳场游泳水域每一成人所占水面不低于4 m^2，儿童不低于3 m^2。人工游泳池同一时间内人员容纳量，按每人2.5 m^2计算。

3.6 凡患有肝炎、心脏病、皮肤癣疹(包括脚癣)、重症沙眼、急性结膜炎、中耳炎、肠道传染病、精神病及酗酒者严禁在人工游泳池游泳。

3.7 以江河湖泊为天然游泳场的水质必须符合TJ 36—79《工业企业设计卫生标准》中地面水水质卫生要求。

3.8 天然游泳场开放时水温不应低于20℃。

3.9 禁止出租游泳衣裤。

3.10 天然游泳场周围禁止倾倒、堆放垃圾和排放污水。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由游泳场所经营单位和设计等单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

体育馆卫生标准(Hygienic standard for gymnasium)(GB 9668—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了体育馆内的微小气候、空气质量、通风等卫生标准，并提出有关规定。

本标准适用于比赛厅面积超过1 000 m^2的体育馆。不足1 000 m^2的可参照使用。

2. 标准值

项目	标准
温度，℃	采暖地区冬季不低于16
相对湿度，%	30—70
风速，m/s	0.10—0.50
二氧化碳，%	不超过0.15
细菌总数，个/m^3	不超过1 000
可吸入颗粒物[(1)]，mg/m^3	不超过0.15
噪声，dB(A)	动态噪声不超过85
照度，lx	比赛时观众席不低于5

注：(1) 试行标准

3. 有关规定

3.1 体育馆应有机械通风装置，总风量每人每小时不低于10 m^3。使用空调时新风量每人每小时不低于15 m^3。

3.2 体育馆内禁止吸烟。

3.3 供观众饮用的水须经消毒，其水质应符合GB 5749－85《生活饮用水卫生标准》。

3.4 根据观众厅座位数分设有相应蹲位的男女厕所，厕所应有单独通风排气设施。

3.5 应采用湿式清扫，及时清除垃圾、污物。

4. 标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 标准由体育馆管理经营单位和设计等单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

图书馆、博物馆、美术馆卫生标准(Hygienic standard for library, museum and art gallery)(GB 9669—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了图书馆、博物馆、美术馆的微小气候、空气质量、噪声、采光、照度等卫生标准,并提出有关规定。

本标准适用于使用面积大于200 m²以上的图书馆、博物馆、美术馆。不足200 m²的可参照使用。

2. 标准值

项　目	标　准
温度,℃	有空调装置16—26,无空调装置的采暖地区冬季不低于16
相对湿度,%	30—80
风速,m/s	0.10—0.50
二氧化碳,%	不超过0.15
一氧化碳,mg/m³	不超过10
细菌总数,个/m³	不超过4 000
可吸入颗粒物[(1)],mg/m³	不超过0.15
噪声,dB(A)	不超过50
照度,lx	不低于100

注:(1)试行标准

3. 有关规定

3.1　使用面积超过300 m²的阅览室应有机械通风装置,总风量每人每小时不低于40 m³。

3.2　阅览室每个座位占有面积不低于1.2 m²。

3.3　应采用湿式清扫,及时清除垃圾、废物。

3.4　阅览室及展出厅内禁止吸烟。

3.5　阅览室内不得进行印刷和复印,保持室内空气清洁。

3.6　阅览室自然采光系数不小于1/6。人工照明应做到光线均匀、柔和、不眩目。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由图书馆、博物馆、美术馆管理经营单位和设计单位负责执行。各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

商场(店)、书店卫生标准(Hygienic standard for shopping centre and book store)(GB 9670—88)

根据国务院1987年4月1日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了商场(店)、书店的微小气候、空气质量、照度等卫生标准,并提出有关规定。

本标准适用于城市营业面积在300 m²以上和乡、镇营业面积在200 m²以上的商场(店)、书店及出售商品的展览馆。不足上述规定面积的可参照使用。

2. 标准值

项　目	标　准
温度,℃	有空调装置16—28,无空调装置的采暖地区冬季不低于16
相对湿度,%	有空调装置的40—70,无空调装置的30—80
风速,m/s	0.10—0.50
一氧化碳,mg/m³	不超过10
二氧化碳,%	不超过0.15

续表

项　　　目	标　　　准
可吸入颗粒物[1], mg/m^3	不超过 0.20
甲醛[2], mg/m^3	不超过 0.10
细菌总数, 个/m^3	书店不超过 4 000, 商场不宜超过 6 000
噪声, dB(A)	不超过 60, 出售音响设备的柜台不超过 85
照度, lx	商店柜台、书店不低于 100

注: (1) 试行标准

(2) 适用于出售释放甲醛的日用品柜台, 试行标准

3. 有关规定

3.1 营业面积 > 800 m^2的商场(店)、书店, 应有机械通风设备, 总风量每人每小时不低于 40 m^3。有空调装置的每人每小时新风量不低于 20 m^3。

3.2 充分利用自然通风和自然采光, 采光系数不小于 1/6。通风及采光窗口不得放置物品。

3.3 商场(店)、书店内禁止吸烟。大型商场应设顾客休息室。

3.4 大、中型商场(店)须有公共厕所。

3.5 应采用湿式清扫, 垃圾日产日清。

3.6 出售食品、药品、化妆品等商品的柜台应分设在清洁的地方。出售农药、油漆、化学试剂等商品, 应有单独售货室, 并采取防护措施。

3.7 出售旧衣物等生活用品的商店, 应有消毒设施和消毒制度, 旧物品须经消毒后方可出售。

3.8 商场(店)、书店及存放商品的仓库应有防蚊、防蝇、防鼠措施, 蚊、蝇等病媒昆虫指数及鼠密度应符合有关卫生标准。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由商场(店)、书店经营单位和设计等单位执行, 各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

医院候诊室卫生标准 (Hygienic standard for hospital waiting room) (GB 9671—88)

根据国务院 1987 年 4 月 1 日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了医院候诊室微小气候、空气质量、照度等卫生标准, 并提出有关规定。

本标准适用于区、县级以上医院(含区、县级)候诊室(包括挂号取药等候室)。街道及乡镇医院、诊疗所可参照使用。

2. 标准值

项　　　目	标　　　准
温度, ℃	采暖地区冬季不低于 18
相对湿度, %	30—80
风速, m/s	0.10—0.50
一氧化碳, mg/m^3	不超过 10
二氧化碳, %	不超过 0.15
可吸入颗粒物[1], mg/m^3	不超过 0.15
细菌总数, 个/m^3	不超过 4 000
噪声, dB(A)	不超过 50
照度, lx	不低于 50

注: (1) 试行标准

3. 有关规定

3.1 区、县级以上医院应设分科候诊室

3.2 应采用湿式清扫, 垃圾废物应日产日清。

3.3 应有消毒制度,疾病流行时应加强消毒。

3.4 候诊室内禁止吸烟。

3.5 不得在候诊室内出售商品和食物。

3.6 不得在候诊室内诊治病人。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由区、县级以上医院和设计等有关单位负责执行。由各级卫生监督机构负责监督和检查执行情况。

公共交通等候室卫生标准(Hygienic standard for waiting room of publictransit means)(GB 9672—88)

根据国务院 1987 年 4 月 1 日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了公共交通等候室的微小气候、空气质量、噪声、照度等卫生标准,并提出有关规定。

本标准适用于等候室面积 200 m²以上的铁路车站、航运港口、民航机场、长途公共汽车站等候室。其他等候室可参照执行。

2. 标准值

项 目	铁路车站	航运港口	机 场	长途公共汽车站
温度,℃,空调客室	冬季 18—20	冬季 18—20	冬季 18—20	
	夏季 21—28	夏季 21—28	夏季 24—28	
非空调客室	冬季不低于 11	冬季不低于 11	冬季不低于 18	冬季不低于 14
相对湿度,%	20—80	20—80	30—80	30—80
风速,m/s	0.10—0.50	0.10—0.50	0.10—0.50	0.10—0.50
一氧化碳,mg/m³	不超过 10	不超过 10	不超过 10	不超过 10
二氧化碳,%	不超过 0.13	不超过 0.15	不超过 0.15	不超过 0.15
可吸入颗粒物(1),mg/m³	不超过 0.20	不超过 0.20	不超过 0.15	不超过 0.20
细菌总数,个/m³	不超过 6 000	不超过 6 000	不超过 1 000	不超过 6 000
噪声,dB(A)	不超过 70	不超过 65	不超过 70	不超过 65
照度,lx	不低于 60	不低于 60	不低于 80	不低于 60

注:(1) 试行标准

3. 有关规定

3.1 等候室(含机场隔离区,下同)应设公用饮水处,未经消毒的公用茶具不得供旅客使用。供水设施及操作规程应符合有关卫生要求。

3.2 等候室应有防虫防鼠设施,蝇、蚊、蟑螂等病媒昆虫指数及鼠密度均应符合有关卫生标准。

3.3 不准将腥、臭等有碍公共卫生的物品携入等候室。

3.4 等候室内禁止吸烟。

3.5 等候室应按旅客流量,设相应数量的厕所。机场等候室的厕所应有洗手池。

3.6 铁路一等站以上的客运站,要在站台上设相应蹲位数量的厕所。

3.7 等候室以及室内的厕所、盥洗室应按时湿式清扫。应设置足够数量的果皮箱、痰盂等卫生设施,并保持清洁,同时应定期或根据需要随时进行消毒。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由经营管理单位和设计等有关单位负责执行。由本系统指定的机构负责监督和检查执行情况。

公共交通工具卫生标准(Hygienic standard for public means of transportation)(GB 9673—88)

根据国务院 1987 年 4 月 1 日发布的《公共场所卫生管理条例》特制订本标准。

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了公共交通工具的微小气候、空气质量、噪声、照度等卫生标准,并提出有关规定。

本标准适用于铁路客车、航运客轮、客机。

2. 标准值

项目	旅客列车	航运客轮	客机*
温度,℃	空调客室:夏季24—28 冬季18—20 非空调客室:冬季不低于14,垂直温差不宜大于3	夏季不超过30 冬季不低于14	夏季24—28 冬季20—25 水平温差、垂直温差不大于3
相对湿度,%	40—70	不宜大于80	30—60
风速,m/s	冬季不超过0.30 夏季不超过0.50		0.1—0.5
气压,kPa			压力变化率不超过0.027,客舱压力不低于75
一氧化碳,mg/m³	不超过10	不超过10	不超过10
二氧化碳,%	冬季不超过0.20 夏季不超过0.15	不超过0.15(五等舱不超过0.20)	不超过0.15
细菌总数,个/m³	冬季不超过6 000 夏季不超过4 000	不超过4 000	不超过3 000
新风量,m³/(人·h)	冬季不低于15 夏季不低于20	空调客轮不低于20	不低于25
噪声,dB(A)	软席客室不超过65,硬席客室不超过70(运行速度低于80 km/h)	不超过65	不超过80
照度,lx	客室平均照度: 荧光灯100,白炽灯80, 客室照明匀度1∶1.3	客舱平均照度: 荧光灯100,白炽灯80, 客舱照明匀度1∶1.3	客舱平均照度: 荧光灯100,客舱照明匀度1∶1.3

* 试行标准

3. 有关规定

3.1 客室(舱)的蝇、蚊指数,蟑螂等病媒昆虫的平均指数及鼠密度均应符合有关卫生标准。

3.2 旅客列车、航运客轮运行中应按卫生作业程序规定进行清扫。保持整洁,不得将粪便、污水带到终点站、港。客机在暂停站应及时清扫。

3.3 旅客列车行驶经市区、大桥、长大隧道和停车5 min以上的车站时,应锁闭厕所,不得倾倒污水、污物。

3.4 旅客列车、内河航运客轮在旅途中产生的生活垃圾应由沿途站接受处理,客机垃圾应集中进行卫生处理。

3.5 公共交通工具使用的一次性塑料茶具、餐具应回收处理,防止影响沿途环境卫生。

3.6 公共交通工具供乘客饮用水水质应符合GB 5749《生活饮用水卫生标准》。长途旅客列车应配备茶炉车,硬座车厢设饮水桶。硬卧车、软卧车及客轮的一、二、三等舱设热水瓶。

3.7 旅客列车、航运客轮应有茶具消毒设备,未经消毒的公用茶具不得供旅客使用。客机供旅客用的茶具、餐巾等须消毒后上机,并严格执行储藏规定。

3.8 供旅客列车、航运客轮使用的被单、褥单、枕套单程更换一次,软卧客室和一、二等舱的卧具、机舱座席头片一客一换,其他卧具、座席套应定期清洗、消毒。

3.9 使用的洗涤消毒剂,必须有安全卫生检验合格证书。

3.10 禁止携带腥、臭物品及其他有碍公共卫生的物品进入客室(舱)。不吸烟客室(舱)内禁止吸烟。

4. 本标准按《公共场所卫生监测标准检验方法》执行。

5. 本标准由经营管理和设计等有关部门负责执行。由本系统指定的机构负责监督和检查执行情况。

每日膳食中营养素供给量

推荐的每日膳食中营养素供给量

（中国营养学会 1988 年 10 月修订）

a. 蛋白质、脂肪及四种元素需要量

类别	体重（kg）		能量(kcal或MJ)		蛋白质(g)		脂肪(脂肪能量占总能量的百分比,%)	钙(mg)	铁(mg)		锌(mg)	硒(μg)
婴儿	男	女	不分性别				不分性别	不分性别	不分性别		不分性别	不分性别
初生　6 个月	6.7	6.2	120/kg体重				45	400	10		3	15
7—12 个月	9.0	8.4	100/kg体重		2～4/kg体重		30—40	600	10		5	15
儿童			男	女	男	女						
1 岁—	9.9	9.2	1 100(4.6)	1 050(4.4)	35	35		600	10		10	20
2 岁—	12.2	11.7	1 200(5.0)	1 150(4.8)	40	40		600	10		10	20
3 岁—	14.0	13.4	1 350(5.7)	1 300(5.4)	45	45		800	10		10	20
4 岁—	15.6	15.2	1 450(6.1)	1 400(5.9)	50	45		800	10		10	40
5 岁—	17.4	16.8	1 600(6.7)	1 500(6.3)	55	50		800	10		10	40
6 岁—	19.8	19.1	1 700(7.1)	1 600(6.7)	55	55	→25—30	800	10		10	40
7 岁—	22.0	21.0	1 800(7.5)	1 700(7.1)	60	60		800	10		10	50
8 岁—	23.8	23.2	1 900(8.0)	1 800(7.5)	65	60		800	10		10	50
9 岁—	26.4	25.8	2 000(8.4)	1 900(8.0)	65	65		800	10		10	50
10 岁—	28.8	28.8	2 100(8.8)	2 000(8.4)	70	65		1 000	12		15	50
11 岁—	32.1	32.7	2 200(9.2)	2 100(8.8)	70	70		1 000	12		15	50
12 岁—	35.5	37.2	2 300(9.6)	2 200(9.2)	75	75		1 000	12		15	50
少年									男	女		
13 岁—	42.0	42.4	2 400(10.0)	2 300(9.6)	80	80	→25—30	1 200	15	20	15	50
16 岁—	54.2	48.3	2 800(11.7)	2 400(10.0)	90	80		1 000	15	20	15	50
成年												
18 岁—	63(参考值)	53(参考值)										
极轻劳动			2 400(10.0)	2 100(8.8)	70	65		800	12	18	15	50
轻			2 600(10.9)	2 300(9.6)	80	70		800	12	18	15	50
中			3 000(12.6)	2 700(11.3)	90	80	→20—25	800	12	18	15	50
重			3 400(14.2)	3 000(12.6)	100	90		800	12	18	15	50
极重			4 000(16.7)		110			800	12		15	50
孕妇(4—6 个月)				+200(+0.8)		+15		1 000		28	20	50
孕妇(7—9 个月)				+200(+0.8)		+25		1 500		28	20	50
母				+800(+3.3)		25		1 500		28	20	50
老年前期												
45 岁—												
极轻劳动			2 200(9.2)	1 900(8.0)	70	65		800	12		15	50
轻			2 400(10.0)	2 100(8.8)	75	70	→20—25	800	12		15	50
中			2 700(11.3)	2 400(10.0)	80	75		800	12		15	50

续表

类　　别	体重（kg）	能量(kcal或MJ)		蛋白质(g)		脂肪(脂肪能量占总能量的百分比，%)	钙(mg)	铁(mg)	锌(mg)	硒(μg)
重		3 000 (12.6)		90			800	12	15	50
老年										
60 岁-										
极轻劳动		2 000(8.4)	1 700(7.1)	70	60		800	12	15	50
轻		2 200(9.2)	1 900(8.0)	75	65	→ 20—25	800	12	15	50
中		2 500 (10.5)	2 100(8.8)	80	70		800	12	15	50
70 岁—										
极轻		1 800(7.5)	1 600(6.7)	65	55		800	12	15	50
轻		2 000(8.4)	1 800(7.5)	70	60		800	12	15	50
80 岁以上		1 600(6.7)	1 400(5.9)	60	55		800	12	15	50

b. 碘及维生素需要量

类　　别	碘(μg)	视黄醇当量(μg)	维生素D(μg)	维生素E(mg)	硫胺素(mg)		核黄素(mg)		烟酸(mg)		抗坏血酸(mg)
婴儿	不分性别	不分性别	不分性别	不分性别	不分性别		不分性别		不分性别		不分性别
初生—6 个月	40	200	10	3	0.4		0.4		4		30
7—12 个月	50	200	10	4	0.4		0.4		4		30
儿童											
1 岁-	70	300	10	4	0.6		0.6		6		30
2 岁-	70	400	10	4	0.7		0.7		7		35
3 岁—	70	500	10	4	0.8		0.8		8		40
4 岁—	70	500	10	6	0.8		0.8		8		40
5 岁—	70	750	10	6	0.9		0.9		9		45
6 岁—	70	750	10	6	1.0		1.0		10		45
7 岁—	120	750	10	7	1.0		1.0		10		45
8 岁—	120	750	10	7	1.1		1.1		11		45
9 岁—	120	750	10	7	1.1		1.1		11		45
10 岁—	120	750	10	7	1.2		1.2		12		50
11 岁-	120	750	10	8	1.3		1.3		13		50
12 岁—	120	750	10	8	1.3		1.3		13		50
少年					男	女	男	女	男	女	
13 岁-	150	800	10	10	1.6	1.5	1.6	1.5	16	15	60
16 岁—	150	800	5	10	1.8	1.6	1.8	1.6	18	16	60
成年											
18 岁—											
极轻劳动	150	800	5	10	1.2	1.1	1.2	1.1	12	11	60
轻	150	800	5	10	1.3	1.2	1.3	1.2	13	12	60
中	150	800	5	10	1.5	1.4	1.5	1.4	15	14	60
重	150	800	5	10	1.7	1.6	1.7	1.6	17	16	60
极重	150	800	5	10	2.0		2.0		20		60
孕妇(第 4—6 个月)	175	1 000	10	12		1.8		1.8		18	80
孕妇(第 7—9 个月)	175	1 000	10	12		1.8		1.8		18	80
乳母	200	1 200	10	12		2.1		2.1		21	100
老年前期											
45 岁—											
极轻劳动	150	800	5	12	1.2		1.2		12		60
轻	150	800	5	12	1.2		1.2		12		60
中	150	800	5	12	1.3		1.3		13		60
重	150	800	5	12	1.5		1.5		15		60
老年											

续表

类 别	碘 (μg)	视黄醇当量 (μg)	维生素D (μg)	维生素E (mg)	硫胺素 (mg)	核黄素 (mg)	烟酸 (mg)	抗坏血酸 (mg)
60岁—								
极轻劳动	150	800	10	12	1.2	1.2	12	60
轻	150	800	10	12	1.2	1.2	12	60
中	150	800	10	12	1.3	1.3	13	60
70岁—								
极轻	150	800	10	12	1.0	1.0	10	60
轻	150	800	10	12	1.2	1.2	12	60
80岁以上	150	800	10	12	1.0	1.0	10	60

注：1. 推荐的每日膳食中营养素供给量是依据我国目前的膳食模式拟定的，即膳食中动物性食品供给的能量约为总摄入能量的10%左右，动物性食品和大豆供给的蛋白质约为总摄入蛋白质的20%左右

2. 1—18岁儿童青少年体重，引自《中国九市儿童青少年体格发育调查研究资料汇编》1985．九市儿童体格发育调查研究协作组，首都儿科研究所

3. 能量单位为kcal，括号内数字的单位为MJ

4. 如果膳食中由动物性食品和大豆提供的蛋白质达到总摄入蛋白质的40%以上，则蛋白质的供给量可以减少

5. 植物性食品中的铁利用率低，孕妇乳母不能依赖膳食中的铁来源以满足生理需要，宜额外补充铁剂（应遵医嘱）

化妆品卫生监督条例

中华人民共和国国务院国函（〔1989〕62号）

第一章 总 则

第一条 为加强化妆品的卫生监督，保证化妆品的卫生质量和使用安全，保障消费者健康，制定本条例。

第二条 本条例所称的化妆品，是指以涂擦、喷洒或者其他类似的方法，散布于人体表面任何部位（皮肤、毛发、指甲、口唇等），以达到清洁、消除不良气味、护肤、美容和修饰目的的日用化学工业产品。

第三条 国家实行化妆品卫生监督制度。国务院卫生行政部门主管全国化妆品的卫生监督工作，县以上地方各级人民政府的卫生行政部门主管本辖区内化妆品的卫生监督工作。

第四条 凡从事化妆品生产、经营的单位和个人都必须遵守本条例。

第二章 化妆品生产的卫生监督

第五条 对化妆品生产企业的卫生监督实行卫生许可证制度。

《化妆品生产企业卫生许可证》由省、自治区、直辖市卫生行政部门批准并颁发。《化妆品生产企业卫生许可证》有效期4年，每二年复核1次。

未取得《化妆品生产企业卫生许可证》的单位，不得从事化妆品生产。

第六条 化妆品生产企业必须符合下列卫生要求：

（一）生产企业应当建在清洁区域内，与有毒、有害场所保持符合卫生要求的间距。

（二）生产企业厂房的建筑应当坚固、清洁。车间内天花板、墙壁、地面应当采用光洁建筑材料，应当具有良好的采光（或照明），并应当具有防止和消除鼠害和其他有害昆虫及其孳生条件的设施和措施。

（三）生产企业应当设有与产品品种、数量相适应的化妆品原料、加工、包装、贮存等厂房或场所。

（四）生产车间应当有适合产品特点的相应的生产设施，工艺规程应当符合卫生要求。

（五）生产企业必须具有能对所生产的化妆品进行微生物检验的仪器设备和检验人员。

第七条 直接从事化妆品生产的人员，必须每年进行健康检查，取得健康证后方可从事化妆品的生产活动。

凡患有手癣、指甲癣、手部湿疹、发生于手部的银屑病或者鳞屑、渗出性皮肤病以及患有痢疾、伤寒、病毒性肝炎、活动性肺结核等传染病的人员，不得直接从事化妆品生产活动。

第八条 生产化妆品所需的原料、辅料以及直接接触化妆品的容器和包装材料必须符合国家卫生标准。

第九条 使用化妆品新原料生产化妆品，必须经国务院卫生行政部门批准。

化妆品新原料是指在国内首次使用于化妆品生产的天然或人工原料。

第十条 生产特殊用途的化妆品，必须经国务院卫生行政部门批准，取得批准文号后方可生产。

特殊用途化妆品是指用于育发、染发、烫发、脱毛、美乳、健美、除臭、祛斑、防晒的化妆品。

第十一条 生产企业在化妆品投放市场前，必须按照国家《化妆品卫生标准》对产品进行卫生质量检验，对质量合格的产品应当附有合格标记，未经检验或者不符合卫生标准的产品不得出厂。

第十二条 化妆品标签上应当注明产品名称、厂名，并注明生产企业卫生许可证编号；小包装或者说明书上应当注明生产日期和有效使用期限。特殊用途的化妆品，还应当注明批准文号。对可能引起不良反应的化妆品，说明书上应当注明使用方法、注意事项。

化妆品标签、小包装或者说明书上不得注有适应证，不得宣传疗效，不得使用医疗术语。

第三章 化妆品经营的卫生监督

第十三条 化妆品经营单位和个人不得销售下列化妆品：

（一）未取得《化妆品生产企业卫生许可证》的企业所生产的化妆品。

（二）无质量合格标记的化妆品

（三）标签、小包装或者说明书不符合本条例第十二条规定的化妆品。

（四）未取得批准文号的特殊用途化妆品。

（五）超过使用期限的化妆品。

第十四条 化妆品的广告宣传不得有下列内容：

（一）化妆品名称、制法、效用或者性能有虚假夸大的。

（二）使用他人名义保证或以暗示方法使人误解其效用的。

（三）宣传医疗作用的。

第十五条 首次进口的化妆品，进口单位必须提供该化妆品的说明书、质量标准、检验方法等有关资料和样品以及出口国（地区）批准生产的证明文件，经国务院卫生行政部门批准，方可签定进口合同。

第十六条 进口的化妆品，必须经国家商检部门检验；检验合格的，方准进口。

个人自用进口的少量化妆品，按照海关规定办理进口手续。

第四章 化妆品卫生监督机构与职责

第十七条 各级卫生行政部门行使化妆品卫生监督职责，并指定化妆品卫生监督检验机构，负责本辖区内化妆品的监督检验工作。

第十八条 国务院卫生行政部门聘请科研、医疗、生产、卫生管理等有关专家组成化妆品安全性评审组，对进口化妆品、特殊用途的化妆品和化妆品新原料进行安全性评审，对化妆品引起的重大事故进行技术鉴定。

第十九条 各级卫生行政部门设化妆品卫生监督员，对化妆品实施卫生监督。

化妆品卫生监督员，由省、自治区、直辖市卫生行政部门和国务院卫生行政部门，从符合条件的卫生专业人员中聘任，并发给其证章和证件。

第二十条 化妆品卫生监督员在实施化妆品卫生监督时，应当佩戴证章，出示证件。

化妆品卫生监督员对生产企业提供的技术资料应当负责保密。

第二十一条 化妆品卫生监督员有权按照国家规定向生产企业和经营单位抽检样品，索取与卫生监督有关的安全性资料，任何单位不得拒绝、隐瞒和提供假材料。

第二十二条 各级卫生行政部门和化妆品卫生监督员及卫生监督检验机构不得以技术咨询、技术服务等方式参与生产、销售化妆品，不得监制化妆品。

第二十三条 对因使用化妆品引起不良反应的病例，各医疗单位应当向当地卫生行政部门报告。

第五章 罚 则

第二十四条 未取得《化妆品生产企业卫生许可证》的企业擅自生产化妆品的，责令该企业停产，没收产品及违法所得，并且可以处违法所得3—5倍的罚款。

第二十五条 生产未取得批准文号的特殊用途的化妆品，或者使用化妆品禁用原料和未经批准的化妆品新原料的，没收产品及违法所得，处违法所得3—5倍的罚款，并且可以责令该企业停产或者吊销《化妆品生产企业卫生许可证》。

第二十六条 进口或者销售未经批准或者检验的进口化妆品的，没收产品及违法所得，并且可以处违法所得

3—5倍的罚款。

对已取得批准文号的生产特殊用途化妆品的企业，违反本条例规定，情节严重的，可以撤销产品的批准文号。

第二十七条　生产或者销售不符合国家《化妆品卫生标准》的化妆品的，没收产品及违法所得，并且可以处违法所得3—5倍的罚款。

第二十八条　对违反本条例其他有关规定的，处以警告，责令限期改进；情节严重的，对生产企业，可以责令该企业停产或者吊销《化妆品生产企业卫生许可证》，对经营单位，可以责令其停止经营，没收违法所得，并且可以处违法所得2—3倍的罚款。

第二十九条　本条例规定的行政处罚，由县级以上卫生行政部门决定。违反本条例第十四条有关广告管理的行政处罚，由工商行政管理部门决定。

吊销《化妆品生产企业卫生许可证》的处罚由省、自治区、直辖市卫生行政部门决定；撤销特殊用途化妆品批准文号的处罚由国务院卫生行政部门决定。

罚款及没收违法所得全部上交国家。没收的产品，由卫生行政部门监督处理。

第三十条　当事人对卫生行政部门的行政处罚决定不服的，可以在收到通知书次日起15日内向上一级卫生行政部门申请复议。上一级卫生行政部门应当在30日内给予答复。当事人对上一级卫生行政部门复议决定不服的，可以在收到复议通知书次日起15日内向人民法院起诉。但对卫生行政部门所作出的没收产品及责令停产的处罚决定必须立即执行。当事人对处罚决定不执行，逾期又不起诉的，卫生行政部门可以申请人民法院强制执行。

第三十一条　对违反本条例造成人体损伤或者发生中毒事故的，有直接责任的生产企业和经营单位或者个人应负损害赔偿责任。

对造成严重后果，构成犯罪的，由司法机关依法追究刑事责任。

第三十二条　化妆品卫生监督员滥用职权，营私舞弊以及泄露企业提供的技术资料的，由卫生行政部门给予行政处分，造成严重后果，构成犯罪的，由司法机关依法追究刑事责任。

第六章　附　则

第三十三条　中国人民解放军所属单位生产的投放市场的化妆品的卫生监督，依照本条例执行。

第三十四条　本条例由国务院卫生行政部门负责解释；实施细则由国务院卫生行政部门制定。

第三十五条　本条例自1990年1月1日起施行。

中华人民共和国传染病防治法

（1989年2月21日第七届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过）

第一章　总　则

第一条　为了预防、控制和消除传染病的发生与流行，保障人体健康，制定本法。

第二条　国家对传染病实行预防为主的方针，防治结合，分类管理。

第三条　本法规定管理的传染病分为甲类、乙类和丙类。

甲类传染病是指：鼠疫、霍乱。

乙类传染病是指：病毒性肝炎、细菌性和阿米巴性痢疾、伤寒和副伤寒、艾滋病、淋病、梅毒、脊髓灰质炎、麻疹、百日咳、白喉、流行性脑脊髓膜炎、猩红热、流行性出血热、狂犬病、钩端螺旋体病、布鲁菌病、炭疽、流行性和地方性斑疹伤寒、流行性乙型脑炎、黑热病、疟疾、登革热。

丙类传染病是指：肺结核、血吸虫病、丝虫病、包虫病、麻风病、流行性感冒、流行性腮腺炎、风疹、新生儿破伤风、急性出血性结膜炎、除霍乱、痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻病。

国务院可以根据情况，增加或者减少甲类传染病病种，并予公布；国务院卫生行政部门可以根据情况，增加或者减少乙类、丙类传染病病种，并予公布。

第四条　各级政府领导传染病防治工作，制定传染病防治规划，并组织实施。

第五条　各级政府卫生行政部门对传染病防治工作实施统一监督管理。

各级各类卫生防疫机构按照专业分工承担责任范围内的传染病监测管理工作。

各级各类医疗保健机构承担责任范围内的传染病防治管理任务，并接受有关卫生防疫机构的业务指导。

军队的传染病防治工作，依照本法和国家有关规定办理，由中国人民解放军卫生主管部门实施监督管理。

第六条 同防治传染病有关的食品、药品和水的管理以及国境卫生检疫，分别依照有关法律规定办理。

第七条 在中华人民共和国领域内的一切单位和个人，必须接受医疗保健机构、卫生防疫机构有关传染病的查询、检验、调查取证以及预防、控制措施，并有权检举、控告违反本法的行为。

第八条 对预防、控制传染病做出显著成绩和贡献的单位和个人，给予奖励。

第二章 预 防

第九条 各级政府应当开展预防传染病的卫生健康教育，组织力量消除鼠害和蚊、蝇等病媒昆虫以及其他传播传染病的或者患有人畜共患传染病的动物的危害。

第十条 地方各级政府应当有计划地建设和改造公共卫生设施，对污水、污物、粪便进行无害化处理，改善饮用水卫生条件。

第十一条 各级各类医疗保健机构应当设立预防保健组织或者人员，承担本单位和责任地段的传染病预防、控制和疫情管理工作。

市、市辖区、县设立传染病医院或者指定医院设立传染病门诊和传染病病房。

第十二条 国家实行有计划的预防接种制度。

国家对儿童实行预防接种证制度。

第十三条 供水单位供应的饮用水必须符合国家规定的卫生标准。

第十四条 传染病病人、病原携带者和疑似传染病病人，在治愈或者排除传染病嫌疑前，不得从事国务院卫生行政部门规定禁止从事的易使该传染病扩散的工作。

第十五条 医疗保健机构、卫生防疫机构和从事致病性微生物实验的单位，必须严格执行国务院卫生行政部门规定的管理制度、操作规程，防止传染病的医源性感染、医院内感染、实验室感染和致病性微生物的扩散。

第十六条 传染病菌种、毒种的保藏、携带、运输，必须按照国务院卫生行政部门的规定严格管理。

第十七条 被甲类传染病病原体污染的污水、污物、粪便，有关单位和个人必须在卫生防疫机构的指导监督下进行严密消毒后处理；拒绝消毒处理的，当地政府可以采取强制措施。

被乙类、丙类传染病病原体污染的污水、污物、粪便，有关单位和个人必须按照卫生防疫机构提出的卫生要求进行处理。

第十八条 同人畜共患传染病有关的家畜家禽的传染病防治管理工作，由各级政府畜牧兽医部门负责。

同人畜共患传染病有关的野生动物，未经当地或者接收地的政府畜牧兽医部门检疫，禁止出售或者运输。

狂犬病防治管理工作，由各级政府畜牧兽医、卫生、公安部门按照国务院的规定分工负责。

第十九条 在自然疫源地和可能是自然疫源地的地区兴办的大型建设项目开工前，建设单位应当申请当地卫生防疫机构对施工环境进行卫生调查，并根据卫生防疫机构的意见，采取必要的卫生防疫措施。施工期间，建设单位应当设立专人负责工地上的卫生防疫工作。

第二十条 对从事传染病预防、医疗、科研、教学的人员，现场处理疫情的人员，以及在生产、工作中接触传染病病原体的其他人员，有关单位应当根据国家规定，采取有效的防护措施和医疗保健措施。

第三章 疫情的报告和公布

第二十一条 任何人发现传染病病人或者疑似传染病病人时，都应当及时向附近的医疗保健机构或者卫生防疫机构报告。

执行职务的医疗保健人员、卫生防疫人员发现甲类、乙类和监测区域内的丙类传染病病人、病原携带者或者疑似传染病病人，必须按照国务院卫生行政部门规定的时限向当地卫生防疫机构报告疫情。卫生防疫机构发现传染病流行或者接到甲类传染病和乙类传染病中的艾滋病、炭疽中的肺炭疽的疫情报告应当立即报告当地卫生行政部门，由当地卫生行政部门立即报告当地政府，同时报告上级卫生行政部门和国务院卫生行政部门。

第二十二条 各级政府有关主管人员和从事传染病的医疗保健、卫生防疫、监督管理的人员，不得隐瞒、谎报或者授意他人隐瞒、谎报疫情。

第二十三条 国务院卫生行政部门应当及时地如实通报和公布疫情，并可以授权省、自治区、直辖市政府卫生行政部门及时地如实通报和公布本行政区域的疫情。

第四章　控　制

第二十四条　医疗保健机构、卫生防疫机构发现传染病时，应当及时采取下列控制措施：

（一）对甲类传染病病人和病原携带者，乙类传染病中的艾滋病病人、炭疽中的肺炭疽病人，予以隔离治疗。隔离期限根据医学检查结果确定。拒绝隔离治疗或者隔离期未满擅自脱离隔离治疗的，可以由公安部门协助治疗单位采取强制隔离治疗措施；

（二）对除艾滋病病人、炭疽中的肺炭疽病人以外的乙类、丙类传染病病人，根据病情，采取必要的治疗和控制传播措施；

（三）对疑似甲类传染病病人，在明确诊断前，在指定场所进行医学观察；

（四）对传染病病人、病原携带者、疑似传染病病人污染的场所、物品和密切接触的人员，实施必要的卫生处理和预防措施。

传染病病人及其亲属和有关单位以及居民或者村民组织应当配合实施前款所列措施。

第二十五条　传染病暴发、流行时，当地政府应当立即组织力量进行防治，切断传染病的传播途径；必要时，报经上一级地方政府决定，可以采取下列紧急措施：

（一）限制或者停止集市、集会、影剧院演出或者其他人群聚集的活动；

（二）停工、停业、停课；

（三）临时征用房屋、交通工具；

（四）封闭被传染病病原体污染的公共饮用水源。

县级以上地方政府接到下一级政府关于采取前款所列紧急措施的报告时，应当在规定的时限内作出决定。

紧急措施的解除，由原决定机关宣布。

第二十六条　甲类、乙类传染病暴发、流行时，县级以上地方政府报经上一级地方政府决定，可以宣布疫区，在疫区内采取本法第二十五条规定的紧急措施，并可以对出入疫区的人员、物资和交通工具实施卫生检疫。经省、自治区、直辖市政府决定，可以对甲类传染病疫区实施封锁；封锁大、中城市的疫区或者跨省、自治区、直辖市的疫区，以及封锁疫区导致中断干线交通或者封锁国境的，由国务院决定。

疫区封锁的解除，由原决定机关宣布

第二十七条　发生重大传染病疫情时，国务院卫生行政部门有权在全国范围或者跨省、自治区、直辖市范围内，地方各级政府卫生行政部门有权在本行政区域内，调集各级各类医疗保健人员、卫生防疫人员参加疫情控制工作。

第二十八条　患鼠疫、霍乱和炭疽死亡的，必须将尸体立即消毒、就近火化。患其他传染病死亡的，必要时，应当将尸体消毒后火化或者按照规定深埋。

医疗保健机构、卫生防疫机构必要时可以对传染病病人尸体或者疑似传染病病人尸体进行解剖查验。

省、自治区人民代表大会常务委员会对民族自治地方执行前两款的规定，必要时可以作变通的规定。

第二十九条　医药部门和其他有关部门应当及时供应预防和治疗传染病的药品和器械。生物制品生产单位应当及时供应预防和治疗传染病的生物制品。预防和治疗传染病的药品、生物制品和器械应当有适量的储备。

第三十条　铁路、交通、民航部门必须优先运送卫生行政部门批准的处理疫情的人员、防治药品、生物制品和器械。

第三十一条　以控制传染病传播为目的的交通卫生检疫的具体办法，由国务院卫生行政部门会同有关部门制定，报国务院批准后施行。

第五章　监　督

第三十二条　各级政府卫生行政部门对传染病防治工作行使下列监督管理职权：

（一）对传染病的预防、治疗、监测、控制和疫情管理措施进行监督、检查；

（二）责令被检查单位或者个人限期改进传染病防治管理工作；

（三）依照本法规定，对违反本法的行为给予行政处罚。国务院卫生行政部门可以委托其他有关部门卫生主管机构，在本系统内行使前款所列职权。

第三十三条　各级政府卫生行政部门和受国务院卫生行政部门委托的其他有关部门卫生主管机构以及各级各类卫生防疫机构内设立传染病管理监督员，执行卫生行政部门或者其他有关部门卫生主管机构交付的传染病监督管理任务。

传染病管理监督员由合格的卫生专业人员担任，由省级以上政府卫生行政部门聘任并发给证件。

第三十四条　各级各类医疗保健机构设立传染病管理检查员，负责检查本单位及责任地段的传染病防治管理工作，并向有关卫生防疫机构报告检查结果

传染病管理检查员由县级以上地方政府卫生行政部门批准并发给证件。

第六章　法律责任

第三十五条　违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上政府卫生行政部门责令限期改正，可以处以罚款；有造成传染病流行危险的，由卫生行政部门报请同级政府采取强制措施：

（一）供水单位供应的饮用水不符合国家规定的卫生标准的；

（二）拒绝按照卫生防疫机构提出的卫生要求，对传染病病原体污染的污水、污物、粪便进行消毒处理的；

（三）准许或者纵容传染病病人、病原携带者和疑似传染病病人从事国务院卫生行政部门规定禁止从事的易使该传染病扩散的工作的；

（四）拒绝执行卫生防疫机构依照本法提出的其他预防、控制措施的。

第三十六条　当事人对罚款决定不服的，可以自收到处罚决定通知书之日起十五日内向上一级卫生行政部门申请复议；对复议决定仍然不服的，可以自收到复议决定通知书之日起十五日内向法院提起诉讼。当事人也可以自收到处罚决定通知书之日起十五日内，直接向法院提起诉讼。逾期不申请复议或者不提起诉讼又不履行的，做出处罚决定的卫生行政部门可以申请法院强制执行。

第三十七条　有本法第三十五条所列行为之一，引起甲类传染病传播或者有传播严重危险的，比照刑法第一百七十八条的规定追究刑事责任。

第三十八条　从事实验、保藏、携带、运输传染病菌种、毒种的人员，违反国务院卫生行政部门的有关规定，造成传染病菌种、毒种扩散，后果严重的，依照刑法第一百一十五条的规定追究刑事责任；情节轻微的，给予行政处分。

第三十九条　从事传染病的医疗保健、卫生防疫、监督管理的人员和政府有关主管人员玩忽职守，造成传染病传播或者流行的，给予行政处分；情节严重、构成犯罪的，依照刑法第一百八十七条的规定追究刑事责任。

第七章　附　　则

第四十条　国务院卫生行政部门根据本法制定实施办法，报国务院批准后施行。

第四十一条　本法自 1989 年 9 月 1 日起施行。

附：

刑法有关条文

第一百七十八条　违反国境卫生检疫规定，引起检疫传染病的传播，或者有引起检疫传染病传播严重危险的，处三年以下有期徒刑或者拘役，可以并处或者单处罚金。

第一百一十五条　违反爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的管理规定，在生产、储存、运输、使用中发生重大事故，造成严重后果的，处三年以下有期徒刑或者拘役；后果特别严重的，处三年以上七年以下的有期徒刑。

第一百八十七条　国家工作人员由于玩忽职守，致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的，处五年以下有期徒刑或者拘役。

中华人民共和国食品卫生法

（试　　行）

（1982 年 11 月 19 日第五届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过）

第一章　总　　则

第一条　为保证食品卫生，防止食品污染和有害因素对人体的危害，保障人民身体健康，增强各族人民的体质，特制定本法。

第二条　国家实行食品卫生监督制度。

第三条　凡在中华人民共和国领域内从事食品生产经营的，都必须遵守本法。对违反本法的行为，任何人都有权检举和控告。

本法适用于一切食品，食品添加剂，食品容器、包装材料和食品用工具、设备；也适用于食品的生产经营场所、设施和有关环境。

第二章　食品的卫生

第四条　食品应当无毒、无害，符合应当有的营养要求，具有相应的色、香、味等感官性状。

第五条　专供婴幼儿的主、辅食品，必须符合国务院卫生行政部门制定的营养、卫生标准。

第六条　食品生产经营过程必须符合下列卫生要求：

（一）保持内外环境整洁，采取消除苍蝇、老鼠、蟑螂和其他有害昆虫及其孳生条件的措施，与有毒、有害场所保持规定的距离；

（二）食品生产经营企业应当有与产品品种、数量相适应的食品原料处理、加工、包装、贮存等厂房或者场所；

（三）应当有相应的消毒、更衣、盥洗、采光、照明、通风、防腐、防尘、防蝇、防鼠、洗涤、污水排放、存放垃圾和废弃物的设施；

（四）设备布局和工艺流程应当合理，防止生食品与熟食品、原料与成品交叉污染，食品不得接触有毒物、不洁物；

（五）餐具、茶具和盛放直接入口食品的容器，使用前必须洗净、消毒，炊具、用具用后必须洗净，保持清洁；

（六）运输和装卸食品包装容器、工具、设备和条件必须符合卫生要求，防止食品污染；

（七）直接入口的食品应当有小包装或者使用无毒、清洁的包装材料；

（八）食品生产经营人员应当经常保持个人卫生，生产、销售食品时，必须将手洗净，穿戴清洁的工作衣、帽；销售直接入口食品时，必须使用售货工具；

（九）用水必须分别符合国家规定的城乡生活饮用水卫生标准。

对食品商贩和城乡集市贸易食品经营者在食品生产经营过程中的卫生要求，由省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会参照本条另行规定。

第七条　禁止生产经营下列食品：

（一）腐败变质、油脂酸败、霉变、生虫、污秽不洁、混有异物或者其他感官性状异常，可能对人体健康有害的；

（二）含有毒、有害物质或者被有毒、有害物质污染，可能对人体健康有害的；

（三）含有致病性寄生虫、微生物的，或者微生物毒素含量超过国家限定标准的；

（四）未经兽医卫生检验或者检验不合格的肉类及其制品；

（五）病死、毒死或者死因不明的禽、畜、兽水产动物等及其制品；

（六）容器包装污秽不洁、严重破损或者运输工具不洁造成污染的；

（七）掺假、掺杂、伪造，影响营养、卫生的；

（八）用非食品原料加工的；

（九）超过保存期限的；

（十）为防病等特殊需要，国务院卫生行政部门或者省、自治区、直辖市人民政府专门规定禁止出售的；

（十一）含有未经国务院卫生行政部门批准使用的添加剂、农药(残留)的；

（十二）其他不符合食品卫生标准、卫生规定的。

第八条　食品不得加入药物。按照传统既是食品又是药品的以及作为调料或者食品强化剂加入的除外。

第三章　食品添加剂的卫生

第九条　食品添加剂必须符合质量标准，由国务院和省、自治区、直辖市的化工、轻工、石油、林业、水产、医药等主管部门指定工厂生产。

第十条　生产经营和使用食品添加剂，必须符合食品添加剂使用卫生标准和卫生管理办法的规定；不得经营、使用不合格产品和非指定工厂的产品。

第四章　食品容器、包装材料和食品用工具、设备的卫生

第十一条　食品容器、包装材料和食品用工具、设备必须符合卫生标准和卫生管理办法的规定。

第十二条　食品容器、包装材料和食品用工具、设备的生产必须采用符合卫生要求的原料。产品应当便于清洗和消毒。

第十三条　直接接触食品的纸张、塑料、橡胶等制品和涂料应当由生产主管部门负责组织专门生产。

第五章 食品卫生标准和管理办法的制定

第十四条 食品,食品添加剂,食品容器、包装材料,食品用工具、设备,用于清洗食品和食品用工具、设备的洗涤剂以及食品中污染物质、放射性物质容许量的国家卫生标准、卫生管理办法和检验规程,由国务院卫生行政部门制定或者批准颁发。

第十五条 国家未制定卫生标准的食品,省、自治区、直辖市人民政府可以制定地方卫生标准,报国务院卫生行政部门备案;食品生产经营主管部门或者食品生产经营企业,经同级卫生行政部门同意,可以在产品质量标准中列入卫生指标。

第十六条 食品添加剂的国家产品质量标准中有卫生学意义的指标,必须经国务院卫生行政部门审定。

农药、化肥等农用化学物质的安全性鉴定结论,必须经国务院卫生行政部门审定。

屠宰畜、禽的兽医卫生检验规程,由国务院有关部门会同卫生行政部门制定。

第十七条 各项卫生标准、卫生管理办法和检验规程,由制定或者颁发的部门根据实际需要及时进行修订或者审定。

第六章 食品卫生管理

第十八条 食品生产经营企业的主管部门负责本系统的食品卫生工作,并对执行本法情况进行检查。

第十九条 食品生产经营企业的主管部门和食品生产经营企业必须建立健全本系统、本单位的食品卫生管理、检验机构或者配备专职或者兼职食品卫生管理人员。

第二十条 食品卫生管理、检验机构或者食品卫生管理人员的职责是:

(一) 贯彻执行食品卫生法规和有关规章制度,组织培训食品生产经营人员;

(二) 对食品和食品生产经营过程进行卫生管理、检验或者检查;

(三) 对食品卫生工作进行监督,对违反食品卫生法规的行为进行批评、制止,向上级和食品卫生监督机构反映情况,并提出处理意见。

第二十一条 食品生产经营企业的新建、扩建、改建工程的选址和设计应当符合卫生要求,其设计审查和工程验收必须有食品卫生监督机构参加。

第二十二条 利用新资源生产的食品、食品添加剂的新品种,生产经营企业在投入生产前,必须提出该产品卫生评价和营养评价所需的资料;利用新的原材料生产的食品容器、包装材料和食品用工具、设备的新品种,生产经营企业在投入生产前,必须提出该产品卫生评价所需的资料。上述新品种在投入生产前还需提供样品,并按照规定的食品卫生标准审批程序报请审批。

第二十三条 定型包装食品和食品添加剂,必须有产品说明书或者商品标志,根据不同产品分别按规定标出品名、产地、厂名、生产日期、批号(或者代号)、规格、配方或者主要成分、保存期限、食用或者使用方法等。食品、食品添加剂的产品说明书或者商品标志,不得有夸大或者虚假的宣传内容。

第二十四条 食品生产经营者采购食品,应当按照国家有关规定索取检验合格证或者化验单,销售者应当保证提供。需要索证的范围和种类由省、自治区、直辖市卫生行政部门规定。

第二十五条 食品生产经营人员每年必须进行健康检查;新参加工作和临时参加工作的食品生产经营人员必须进行健康检查,取得健康证后方可参加工作。

凡患有痢疾、伤寒、病毒性肝炎等消化道传染病(包括病原携带者),活动性肺结核,化脓性或者渗出性皮肤病以及其他有碍食品卫生的疾病的,不得参加接触直接入口食品的工作。

第二十六条 食品生产经营企业和食品商贩,必须先取得卫生许可证方可向工商行政管理部门申请登记或者变更登记。

卫生许可证的发放管理办法由省、自治区、直辖市卫生行政部门规定。

第二十七条 城乡集市贸易的食品卫生管理工作和一般食品卫生检查工作,由工商行政管理部门负责,食品卫生监督检验工作由食品卫生监督机构负责,畜、禽兽医卫生检验工作由农牧渔业部门负责。

第二十八条 进口的食品、食品添加剂、食品容器、包装材料和食品用工具及设备,必须符合国家卫生标准和卫生管理办法的规定。

进口上款所列产品,由国境食品卫生监督检验机构进行卫生监督、检验。进口单位在申报检验时,应当提供输出国(地区)所使用的农药、添加剂、熏蒸剂等有关资料和检验报告。

海关凭国境食品卫生监督检验机构的证书放行。

第二十九条　出口食品由国家进出口商品检验部门进行卫生监督、检验。

海关凭国家进出口商品检验部门的证书放行。

第七章　食品卫生监督

第三十条　各级卫生行政部门领导食品卫生监督工作。

第三十一条　卫生行政部门所属县以上卫生防疫站或者食品卫生监督检验所为食品卫生监督机构，负责管辖范围内的食品卫生监督工作。

铁道、交通、厂（场）矿卫生防疫站在管辖范围内执行食品卫生监督机构的职责，接受地方食品卫生监督机构的业务指导。

第三十二条　食品卫生监督机构设立食品卫生监督员。食品卫生监督员由合格的专业人员担任，由同级人民政府发给证书。

铁道、交通、厂（场）矿的食品卫生监督员，由其上级主管部门发给证书。

第三十三条　食品卫生监督机构的职责是：

（一）进行食品卫生监测、检验和技术指导；

（二）协助培训食品生产经营人员，监督食品生产经营人员的健康检查；

（三）宣传食品卫生、营养知识，进行食品卫生评价，公布食品卫生情况；

（四）对食品生产经营企业的新建、扩建、改建工程的选址和设计进行卫生审查，并参加工程验收；

（五）对食物中毒和食品污染事故进行调查，并采取控制措施；

（六）进行现场检查和巡回监督，及时处理发现的问题；

（七）对违反本法的行为追查责任，依法进行行政处罚；

（八）负责其他食品卫生监督事项。

第三十四条　食品卫生监督员执行食品卫生监督机构交付的任务。

食品卫生监督员在执行任务时，可以向食品生产经营者了解情况、索取必要的资料，进入生产经营场所检查，按照规定无偿采样。生产经营者不得拒绝或者隐瞒。

食品卫生监督员对生产经营者提供的技术资料有保密的义务。

第三十五条　国务院和省、自治区、直辖市的卫生行政部门，根据需要可以在食品卫生监督机构之外确定具备条件的单位作为食品卫生检验单位，进行食品卫生检验并出具检验报告。

第三十六条　发生食物中毒的单位和接收病人进行治疗的单位，除采取抢救措施外，应当根据国家有关规定，及时向所在地食品卫生监督机构报告。

第八章　法 律 责 任

第三十七条　对违反本法情节较重的，食品卫生监督机构可以给予以下行政处罚：

（一）警告并限期改进；

（二）责令追回已售出的禁止生产经营的产品；

（三）没收或者销毁禁止生产经营的食品、食品添加剂；

（四）罚款二十元以上、三万元以下；

（五）责令停业改进；

（六）吊销卫生许可证。

吊销卫生许可证或者罚款五千元以上的，必须经县以上人民政府批准。

各项行政处罚可以单独或者合并适用。

没收的物品由食品卫生监督机构监督处理。

第三十八条　当事人对食品卫生监督机构给予的行政处罚不服的，在接到处罚通知之日起十五天内，可以向人民法院起诉。但是，对食品控制的决定应当立即执行。对罚款的决定不履行又逾期不起诉的，由食品卫生监督机构申请人民法院依照中华人民共和国民事诉讼法（试行）规定的程序强制执行。

第三十九条　违反本法，造成食物中毒事故或者其他食源性疾患的，应当负损害赔偿责任。受害人有权要求损害赔偿。

损害赔偿包括医药费、误工工资、生活补助费、丧葬费、遗属抚恤费。

第四十条　损害赔偿要求，由县以上卫生行政部门处理，当事人不服，可以向人民法院起诉；也可以由受害人或者

其代理人直接向人民法院起诉。

损害赔偿要求，应当从受害人或者其代理人知道或者应当知道被损害情况之日起一年内提出，超过期限的，不予受理。

第四十一条 违反本法，造成严重食物中毒事故或者其他严重食源性疾患，致人死亡或者致人残疾因而丧失劳动能力的，根据不同情节，对直接责任人员分别依照中华人民共和国刑法第一百八十七条、第一百一十四条或者第一百六十四条的规定，追究刑事责任。情节轻微，依照中华人民共和国刑法规定可以免予刑事处分的，由主管部门酌情给予行政处分。

第九章 附 则

第四十二条 国务院卫生行政部门根据本法，制定实施细则，报国务院批准施行。

第四十三条 本法用语定义如下：

食品：指各种供人食用或者饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品，但是不包括以治疗为目的的物品。

食品添加剂：指为改善食品品质和色、香、味，以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或者天然物质。

食品强化剂：指为增强营养成分而加入食品中的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围的食品添加剂。

食品容器、包装材料：指包装、盛放食品用的纸、竹、木、金属、搪瓷、陶瓷、塑料、橡胶、天然纤维、化学纤维、玻璃等制品和接触食品的涂料。

食品用工具、设备：指食品生产经营过程中接触食品的机械、管道、传送带、容器、用具、餐具等。

食品生产经营：指一切食品的生产（不包括种植业和养殖业）、采集、收购、加工、储存、运输、陈列、供应、销售等活动。

食品生产经营者：指一切从事食品生产经营的单位或者个人，包括职工食堂、食品商贩等。

第四十四条 出口食品的管理办法，由国家进出口商品检验部门会同国务院卫生行政部门和有关生产主管部门另行制定。

第四十五条 本法自1983年7月1日起试行。

自本法试行之日起，《中华人民共和国食品卫生管理条例》即行废止。过去颁布的食品卫生法规与本法抵触的，以本法为准。

附录四：统计查用表目录

表1 随机数表

44 983	33 834	54 280	67 850	96 025	96 117	00 768	14 821	69 029	25 453	48 798	15 486
89 494	34 431	44 890	59 892	79 682	20 308	82 510	53 609	13 258	89 631	80 497	49 167
54 430	52 632	94 126	95 597	48 338	67 645	44 676	14 730	22 642	21 919	21 050	87 791
96 999	42 104	34 377	63 309	82 181	00 278	28 209	95 629	75 818	09 043	48 564	87 355
87 947	09 427	32 380	43 636	58 578	07 761	28 456	46 570	11 623	50 417	37 763	30 136
30 238	46 126	85 306	37 114	22 718	50 584	92 291	56 575	24 075	43 889	40 909	18 741
22 938	13 073	32 066	43 098	75 738	94 910	15 403	89 151	73 322	18 370	90 586	46 115
89 182	27 750	63 314	87 302	49 472	24 885	79 506	60 638	07 132	00 908	92 035	75 518
16 187	03 303	40 287	52 435	23 926	92 544	54 099	31 497	06 863	22 864	72 620	74 169
21 526	07 401	30 925	46 148	20 138	33 874	56 715	38 424	38 273	11 361	15 203	64 912
42 907	95 158	27 146	37 012	43 361	03 173	97 911	71 313	44 256	66 609	42 504	76 799
21 479	48 265	01 674	47 274	56 350	37 512	14 883	99 673	62 298	33 948	32 456	28 675
90 076	70 233	76 730	25 043	16 686	54 737	57 431	01 786	20 803	69 465	37 970	05 673
93 202	25 355	93 941	84 434	22 384	13 240	93 617	51 549	28 532	57 150	77 261	62 643
46 059	72 208	90 475	10 341	39 703	83 224	37 858	61 657	04 184	15 597	29 448	01 922
38 220	13 972	86 115	17 196	24 569	26 820	66 299	39 960	02 489	53 079	72 789	22 562
82 618	85 756	51 156	74 037	12 501	94 162	42 006	16 135	82 797	31 296	93 268	10 104
07 896	74 085	59 886	03 051	78 702	13 402	74 318	10 870	72 107	11 550	61 175	33 345
95 241	84 360	13 960	95 736	43 637	60 399	19 080	60 261	11 207	73 065	48 286	57 057
53 849	26 578	39 954	86 726	91 039	13 884	25 376	36 880	02 564	96 978	62 332	77 321
72 967	53 031	47 906	99 501	27 753	69 946	66 875	25 601	30 038	78 786	65 197	65 283
87 910	89 260	66 444	15 979	83 469	76 952	50 065	72 802	70 630	87 336	16 385	32 784
10 482	34 277	40 177	01 081	57 788	08 612	39 886	42 234	04 905	83 274	22 459	75 032
68 034	98 561	46 747	30 665	41 878	93 610	51 745	41 771	61 398	98 154	61 644	12 405
80 277	92 450	60 888	18 689	45 966	25 837	70 906	60 733	11 765	09 293	70 076	40 751
59 896	78 185	60 268	03 650	36 814	88 460	34 049	09 111	64 205	77 930	32 391	69 076
78 369	04 163	77 673	73 342	78 915	20 537	06 126	27 222	17 378	59 359	00 055	66 780
23 015	54 261	95 020	77 705	81 682	96 907	37 411	93 548	87 546	07 687	47 338	12 240
55 171	85 448	12 545	75 932	08 790	88 992	69 756	18 960	85 182	02 245	11 566	52 527
58 095	62 204	69 319	00 672	96 037	78 680	98 734	83 719	40 702	79 038	68 639	63 329
19 700	98 193	37 600	70 617	58 959	45 486	58 338	84 563	62 071	17 799	96 994	41 635
12 666	87 597	23 190	26 243	36 690	75 829	71 060	32 257	15 699	02 654	83 110	44 278
66 685	05 344	71 633	68 536	18 786	28 575	08 455	79 261	49 705	31 491	25 318	52 586
72 590	47 283	45 445	35 611	98 354	53 680	45 747	62 026	13 032	14 048	16 304	11 959
30 286	06 434	50 229	09 070	44 848	09 996	77 753	05 018	92 605	10 316	07 351	78 020

续表

87 494	95 585	25 547	53 500	45 047	08 406	66 984	63 390	18 093	02 366	05 407	08 325
32 301	25 923	76 556	13 274	39 776	97 027	56 919	17 792	09 214	53 781	90 102	25 774
70 711	37 921	54 989	17 828	60 976	57 662	61 757	93 272	09 867	34 196	98 251	52 453
36 086	05 468	41 631	95 632	78 154	38 634	47 463	37 514	24 437	01 316	04 770	06 534
37 403	42 231	17 073	49 097	54 147	03 656	14 735	06 370	18 703	90 858	55 130	40 869
41 022	76 893	29 200	82 747	97 297	74 420	18 783	93 471	89 055	56 413	77 817	10 655
70 978	57 385	70 532	46 978	87 390	53 319	90 155	03 154	20 301	17 831	86 786	11 284
19 207	41 684	20 288	19 788	82 215	35 810	39 852	43 795	21 530	96 315	55 657	76 473
50 172	23 114	28 745	12 249	35 844	63 265	26 451	06 986	08 707	99 251	06 260	74 779
43 112	94 833	72 864	58 785	53 473	06 308	56 778	30 474	57 277	23 425	27 092	47 759
64 031	41 740	69 680	69 373	73 674	97 914	77 989	47 280	71 804	74 587	70 563	77 813
92 357	38 870	73 784	95 662	83 923	90 790	49 474	11 901	30 322	80 254	99 608	17 019
79 945	42 580	86 605	97 758	08 206	54 199	41 327	01 170	21 745	71 318	07 978	35 440
48 030	05 125	70 866	72 154	86 385	39 490	57 482	32 921	33 795	43 155	30 432	48 384
80 016	81 500	48 061	25 583	74 101	87 573	01 556	89 184	64 830	16 779	35 724	82 103
34 265	65 728	89 776	04 006	06 089	84 076	12 445	47 416	83 620	49 151	97 420	23 689
82 534	76 335	21 108	42 302	79 496	21 054	80 132	67 719	72 662	58 360	57 384	65 406
72 055	61 146	82 780	89 411	53 131	57 879	39 099	42 715	24 830	60 045	23 250	39 847
26 999	96 294	20 431	30 114	23 035	30 380	76 272	60 343	57 573	42 492	47 962	21 439
01 628	47 335	17 893	53 176	07 436	14 799	78 197	48 601	97 557	83 918	20 530	61 565
66 322	27 390	73 834	73 494	21 527	93 579	20 949	85 666	25 102	64 733	93 872	72 698
96 239	18 521	67 354	41 883	58 939	36 222	43 935	36 272	47 817	90 287	91 434	86 453
10 497	83 617	39 176	45 062	63 903	33 862	14 903	38 996	60 027	41 702	78 189	28 598
69 712	33 438	85 908	58 620	50 646	47 857	96 024	58 568	67 614	44 370	40 276	85 964
51 375	42 451	76 889	68 096	80 657	91 046	95 340	70 209	23 825	46 031	45 306	64 476

表 2　两样本均数比较样本含量估计

双侧检验	$\alpha=0.01$					$\alpha=0.02$					$\alpha=0.05$					$\alpha=0.1$				
单侧检验	$\alpha=0.005$					$\alpha=0.01$					$\alpha=0.025$					$\alpha=0.05$				
$\beta=$	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5
0.05																				
0.10																				
0.15																				
0.20																				137
0.25															124					88
0.30										123					87					61
0.35					110					90					64				102	45
0.40					85					70				100	50			108	78	35
0.45				118	68				101	55			105	79	39		108	86	62	28
0.50				96	55			106	82	45		106	86	64	32		88	70	51	23
0.55			101	79	46		106	98	68	38		87	71	53	27	112	73	58	42	19
0.60		101	85	67	39		90	74	58	32	104	74	60	45	23	89	61	49	36	16
0.65		87	73	57	34	101	77	64	49	27	88	63	51	39	20	76	52	42	30	14
0.70	100	75	63	50	29	90	66	55	43	24	76	55	44	34	17	66	45	36	26	12
0.75	88	66	55	44	26	79	58	48	38	21	67	48	39	29	15	57	40	32	23	11
δ/σ																				
0.80	77	58	49	39	23	70	51	43	33	19	59	42	31	26	14	50	35	28	21	10

续表

双侧检验	$\alpha=0.01$					$\alpha=0.02$					$\alpha=0.05$					$\alpha=0.1$				
单侧检验	$\alpha=0.005$					$\alpha=0.01$					$\alpha=0.025$					$\alpha=0.05$				
$\beta=$	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5
0.85	69	51	43	35	21	62	46	38	30	17	52	37	31	23	12	45	31	25	18	9
0.90	62	46	39	31	19	55	41	34	27	15	47	34	27	21	11	40	28	22	16	8
0.95	55	42	35	28	17	50	37	31	24	14	42	30	25	19	10	36	25	20	15	7
1.00	50	38	32	26	15	45	33	28	22	13	38	27	23	17	9	33	23	18	14	7
1.1	42	32	27	22	13	38	28	23	19	11	32	23	19	14	8	27	19	15	12	6
1.2	36	27	23	18	11	32	24	20	16	9	27	20	16	12	7	23	16	13	10	5
1.3	31	23	20	16	10	28	21	17	14	8	23	17	14	11	6	20	14	11	9	5
1.4	27	20	17	14	9	24	18	15	12	8	20	15	12	10	6	17	12	10	8	4
1.5	24	18	15	13	8	21	16	14	11	7	18	13	11	9	5	15	11	9	7	4
1.6	21	16	14	11	7	19	14	12	10	6	16	12	10	8	5	14	10	8	6	4
1.7	19	15	13	10	7	17	13	11	9	6	14	11	9	7	4	12	9	7	6	3
1.8	17	13	11	10	6	15	12	10	8	5	13	10	8	6	4	11	8	7	5	
1.9	16	12	11	9	6	14	11	9	8	5	12	9	7	6	4	10	7	6	5	
2.0	14	11	10	8	6	13	10	9	7	5	11	8	7	6	4	9	7	6	4	
2.1	13	10	9	8	5	12	9	8	7	5	10	8	6	5	3	8	6	5	4	
2.2	12	10	8	7	5	11	9	7	6	4	9	7	6	5		8	6	5	4	
2.3	11	9	8	7	5	10	8	7	6	4	9	7	6	5		7	5	5	4	
2.4	11	9	8	6	5	10	8	7	6	4	8	6	5	4		7	5	4	4	
2.5	10	8	7	6	4	9	7	6	5	4	8	6	5	4		6	5	4	3	
3.0	8	6	6	5	4	7	6	5	4	3	6	5	4	4		5	4	3		
3.5	6	5	5	4	3	6	5	4	4		5	4	4	3		4	3			
4.0	6	5	4	4		5	4	4	3		4	4	3			4				

例：将贫血儿童分为两组，一组为对照值，其血红蛋白的平均值为 100 g/L，另一组为治疗组，估计治疗后血红蛋白可比对照组提高 20 g/L。已知儿童中血红蛋白测值的标准差为 25 g/L。现取$\alpha=0.05$，$\beta=0.10$，问每组需多少人？现$\delta=20$ g/L，$\sigma=25$ g/L，$\delta/\sigma=0.8$。查表，当$\alpha=0.05$，$\beta=0.10$，得n＝34 人

表 3　两样本百分比比较样本含量估计(上行为单侧，下行为双侧)

(1) $\alpha=0.05$,　$\beta=0.10$

P_1	$\delta=P_2-P_1$													
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
0.05	460	145	76	48	34	26	21	17	15	13	11	9	8	7
	570	175	93	59	42	32	25	21	18	15	13	11	10	8
0.10	740	210	105	64	44	33	25	21	17	14	12	11	9	8
	910	260	130	79	54	40	31	24	21	18	15	13	11	10
0.15	990	270	130	77	52	38	29	22	19	16	13	10	10	8
	1 220	330	160	95	64	46	35	27	22	19	16	13	11	10
0.20	1 190	320	150	88	58	41	31	24	20	16	14	11	10	8
	1 460	390	185	105	71	51	38	29	23	20	16	14	11	10
0.25	1 360	360	165	96	63	44	33	25	21	16	14	11	9	
	1 680	440	200	115	77	54	40	31	24	20	16	13	11	
0.30	1 500	390	175	100	65	46	33	25	21	16	13	11		
	1 840	480	220	125	80	56	41	31	24	20	16	13		
0.35	1 600	410	185	105	67	46	33	25	20	16	12			
	1 970	500	225	130	82	57	41	31	23	19	15			
0.40	1 670	420	190	105	67	46	33	24	19	14				
	2 050	520	230	130	82	56	40	29	22	18				
0.45	1 710	430	190	105	65	44	31	22	17					

续表

P	δ=P_2-P_1													
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	2 100	520	230	130	80	54	38	27	21					
0.50	1 710	420	185	100	63	41	29	21						
	2 100	520	225	125	77	51	35	24						

(2) $\alpha=0.01,\ \beta=0.05$

P_1	δ=P_2-P_1													
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
0.05	850	270	140	89	63	47	37	30	25	21	19	17	14	13
	960	300	155	100	71	54	42	34	28	24	21	19	16	14
0.10	1 370	390	195	120	81	60	46	37	30	25	21	19	16	14
	1 550	440	220	135	92	68	52	41	34	28	23	21	18	15
0.15	1 820	500	240	145	96	69	52	41	33	27	22	20	17	14
	2 060	560	270	160	110	78	59	47	37	31	25	21	19	16
0.20	2 190	590	280	160	105	76	57	44	35	28	23	20	17	14
	2 470	660	310	180	120	86	64	50	40	32	26	21	19	15
0.25	2 510	660	300	175	115	81	60	46	36	29	23	20	16	
	2 840	740	340	200	130	92	68	52	41	32	26	21	18	
0.30	2 760	720	330	185	120	84	61	47	36	28	22	19		
	3 120	810	370	210	135	95	69	53	41	32	25	21		
0.35	2 960	750	340	190	125	85	61	46	35	27	21			
	3 340	850	380	215	140	96	69	52	40	31	23			
0.40	3 080	780	350	195	125	84	60	44	33	25				
	3 480	880	390	220	140	95	68	50	37	28				
0.45	3 140	790	350	190	120	81	57	41	30					
	3 550	890	390	215	135	92	64	47	34					
0.50	3 140	780	340	185	115	76	52	37						
	3 550	880	380	210	130	86	59	41						

例：某病用一般治疗方法，治愈率为80%，现用新药治疗治愈率可提高10%，现拟作一实验验证，问每组需多少病人？
现取$\alpha=0.05$，$\beta=0.10$，实验中设对照组和治疗组，治愈率以q_1与q_2表示，$q_1=0.80$，$p_1=1-q_1=0.20$，$\sigma=0.10$，查表3(1)得n=390

表4 正交拉丁方

3×3

123	123
231	312
312	231

4×4

1 234	1 234	1 234
2 143	3 412	4 321
3 412	4 321	2 143
4 321	2 143	3 412

5×5

12 345	12 345	12 345	12 345
23 451	34 512	45 123	51 234
34 512	51 234	23 451	45 123
45 123	23 451	51 234	34 512
51 234	45 123	34 512	23 451

7×7

1 234 567	1 234 567	1 234 567	1 234 567	1 234 567	1 234 567
2 345 671	3 456 712	4 567 123	5 671 234	6 712 345	7 123 456
3 456 712	5 671 234	7 123 456	2 345 671	4 567 123	6 712 345
4 567 123	7 123 456	3 456 712	6 712 345	2 345 671	5 671 234
5 671 234	2 345 671	6 712 345	3 456 712	7 123 456	4 567 123
6 712 345	4 567 123	2 345 671	7 123 456	5 671 234	3 456 712
7 123 456	6 712 345	5 671 234	4 567 123	3 456 712	2 345 671

8×8

12 345 678	12 345 678	12 345 678	12 345 678	12 345 678
21 436 587	56 781 234	78 563 412	87 654 321	43 218 765
34 127 856	21 436 587	56 781 234	78 563 412	87 654 321
43 218 765	65 872 143	34 127 856	21 436 587	56 781 234
56 781 234	78 563 412	87 654 321	43 218 765	65 872 143

续表

65 872 143	34 127 856	21 436 587	56 781 234	78 563 412
78 563 412	87 654 321	43 218 765	65 872 143	34 127 856
87 654 321	43 218 765	65 872 143	34 127 856	21 436 587
8×8		9×9		
12 345 678	12 345 678	123 456 789	123 456 789	123 456 789
65 872 143	34 127 856	231 564 897	789 123 456	978 312 645
43 218 765	65 872 143	312 645 978	456 789 123	564 897 231
78 563 412	87 654 321	456 789 123	231 564 897	645 978 312
34 127 856	21 436 587	564 897 231	897 231 564	231 564 897
87 654 321	43 218 765	645 978 312	564 897 231	789 123 456
21 436 587	56 781 234	789 123 456	312 645 978	897 231 564
56 781 234	78 563 412	897 231 564	978 312 645	456 789 123
		978 312 645	645 978 312	312 645 978
9×9				
123 456 789	123 456 789	123 456 789	123 456 789	123 456 789
897 231 564	312 645 978	456 789 123	564 897 231	645 978 312
645 978 312	231 564 897	789 123 456	978 312 645	897 231 564
978 312 645	789 123 456	312 645 978	897 231 564	564 897 231
456 789 123	978 312 645	645 978 312	312 645 978	789 123 456
231 564 897	897 231 564	978 312 645	456 789 123	312 645 978
564 897 231	456 789 123	231 564 897	645 978 312	978 312 645
312 645 978	645 978 312	564 897 231	789 123 456	231 564 897
789 123 456	564 897 231	897 231 564	231 564 897	456 789 123

表5　正　交　表

(1) 每因素 2 水平正交表

实验单元数=8，因子数≤ 7

$L_8(2^7)$

单元编号	(1)	(2)	3	(4)	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

交互作用 (1)(2)=3　(1)(4)=5

(2)(4)=6　(1)(2)(4)=7

实验单元数=12，因子数≤ 11

$L_{12}(2^{11})$

单元编号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
4	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2
5	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1
6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1
7	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1

续表

单元编号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
8	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
9	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
10	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
11	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
12	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

实验单元数=16,因子数≤15

$L_{16}(2^{15})$

	(1)	(2)	3	(4)	5	6	7	(8)	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

交互作用 (1)(2)=3　(2)(4)=6　(1)(2)(4)=7　(2)(4)(8)=14
(1)(4)=5　(2)(8)=10　(1)(2)(8)=11　(1)(2)(4)(8)=15
(1)(8)=9　(4)(8)=12　(1)(4)(8)=13

(2) 每因素3水平正交表

实验单元数=9,因子数≤4

$L_9(3^4)$

单元编号	(1)	(2)	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

交互作用 (1)(2)=3,4

实验单元数=27,因子数≤13

$L_{27}(3^{13})$

单元编号	(1)	(2)	3	4	(5)	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

续表

单元编号	(1)	(2)	3	4	(5)	6	7	8	9	10	11	12	13
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2

交互作用(1)(2)=3,4　　(1)(2)(5);
(1)(5)=6,7　　3(5)=9,13
(2)(5)=8,11　　4(5)=10,12

(3) 每因素 4 水平正交表

实验单元数=16,因子数≤ 5

$L_{16}(4^5)$

单元编号	(1)	(2)	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

(1)(2)=3,4,5

实验单元数=32，因子数≤9

$L_{32}(4^9)$

单元编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4	4	4	4	4
5	2	1	1	2	2	3	3	4	4
6	2	2	2	1	1	4	4	3	3
7	2	3	3	4	4	1	1	2	2
8	2	4	4	3	3	2	2	1	1
9	3	1	2	3	4	1	2	3	4
10	3	2	1	4	3	2	1	4	3
11	3	3	4	1	2	3	4	1	2
12	3	4	3	2	1	4	3	2	1
13	4	1	2	4	3	3	4	2	1
14	4	2	1	3	4	4	3	1	2
15	4	3	4	2	1	1	2	4	3
16	4	4	3	1	2	2	1	3	4
17	1	1	4	1	4	2	3	2	3
18	1	2	3	2	3	1	4	1	4
19	1	3	2	3	2	4	1	4	1
20	1	4	1	4	1	3	2	3	2
21	2	1	4	2	3	4	1	3	2
22	2	2	3	1	4	3	2	4	1
23	2	3	2	4	1	2	3	1	4
24	2	4	1	3	2	1	4	2	3
25	3	1	3	3	1	2	4	4	2
26	3	2	4	4	2	1	3	3	1
27	3	3	1	1	3	4	2	2	4
28	3	4	2	2	4	3	1	1	3
29	4	1	3	4	2	4	2	1	3
30	4	2	4	3	1	3	1	2	4
31	4	3	1	2	4	2	4	3	1
32	4	4	2	1	3	1	3	4	2

(4) 每因素5水平正交表

实验单元数=25，因子数≤6

$L_{25}(5^6)$

单元编号	(1)	(2)	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5	5
6	2	1	2	3	4	5
7	2	2	3	4	5	1
8	2	3	4	5	1	2
9	2	4	5	1	2	3
10	2	5	1	2	3	4
11	3	1	3	5	2	4

续表

单元编号	(1)	(2)	3	4	5	6
12	3	2	4	1	3	5
13	3	3	5	2	4	1
14	3	4	1	3	5	2
15	3	5	2	4	1	3
16	4	1	4	2	5	3
17	4	2	5	3	1	4
18	4	3	1	4	2	5
19	4	4	2	5	3	1
20	4	5	3	1	4	2
21	5	1	5	4	3	2
22	5	2	1	5	4	3
23	5	3	2	1	5	4
24	5	4	3	2	1	5
25	5	5	4	3	2	1

(1) (2) =3,4,5,6

(5) 每因素不同水平正交表

实验单元数=12,因子数≤ 4

$L_{12}(2^3\times3)$

单元编号	(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	1	1	1
2	1	2	1	2
3	1	1	2	2
4	1	2	2	1
5	2	1	1	2
6	2	2	1	1
7	2	1	2	1
8	2	2	2	2
9	3	1	1	1
10	3	2	1	2
11	3	1	2	2
12	3	2	2	1

实验单元数=18,因子数≤ 8

$L_{18}(2\times3^7)$

单元编号	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2

续表

单元编号	1	2	3	4	5	6	7	8
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

实验单元数=16，因子数≤15

$L_{16}(4\times2^{12})$

单元编号	(1)	(2)	3	4	5	(6)	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	4	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	4	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	4	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

交互作用(1)(2)=3,4,5
(1)(6)=7,8,9
(2)(6)=10
3(6)=11
4(6)=12
5(6)=13

实验单元数=16，因子数≤11

$L_{16}(4^2\times2^9)$

单元编号	(1)	(2)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2
4	1	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1
5	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2
6	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
7	2	3	2	1	1	1	2	2	2	1	1
8	2	4	2	1	1	2	1	1	1	2	2
9	3	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2
10	3	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1
11	3	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1
12	3	4	1	2	1	1	2	1	2		2
13	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1
14	4	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2
15	4	3	1	1	2	2	2	1	1	1	2
16	4	4	1	1	2	1	1	2	2	2	1

交互作用(1)(2)−3,4,5,6,7,8,9,10,11

实验单元数=16,因子数≤9

$L_{16}(4^3\times2^6)$

单元编号	(1)	(2)	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	1	1	2	2	2	2
3	1	3	3	2	2	1	1	2	2
4	1	4	4	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	2	2	1	2	1	2
6	2	2	1	2	2	2	1	2	1
7	2	3	4	1	1	1	2	2	1
8	2	4	3	1	1	2	1	1	2
9	3	1	3	1	2	2	2	2	1
10	3	2	4	1	2	1	1	1	2
11	3	3	1	2	1	2	2	1	2
12	3	4	2	2	1	1	1	2	1
13	4	1	4	2	1	2	1	2	2
14	4	2	3	2	1	1	2	1	1
15	4	3	2	1	2	2	1	1	1
16	4	4	1	1	2	1	2	2	2

交互作用(1)(2)=3,4,5,6,7,8,9

表6 百分比的平方根反正弦变换表 $Y=\sin^{-1}\sqrt{P}$

P	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000	5.739	8.130	9.974	11.537	12.921	14.179	15.342	16.430	17.457
0.1	18.435	19.370	20.268	21.134	21.973	22.786	23.578	24.350	25.104	25.842
0.2	26.565	27.275	27.972	28.658	29.334	30.000	30.657	31.306	31.948	32.583
0.3	33.211	33.833	34.450	35.062	35.669	36.271	36.870	37.465	38.057	38.646
0.4	39.231	39.815	40.397	40.976	41.554	42.130	42.706	43.280	43.854	44.427
0.5	45.000	45.573	46.146	46.720	47.294	47.870	48.446	49.024	49.603	50.185
0.6	50.769	51.354	51.943	52.535	53.130	53.729	54.331	54.938	55.550	56.167
0.7	56.789	57.417	58.052	58.694	59.343	60.000	60.666	61.342	62.028	62.725
0.8	63.435	64.158	64.896	65.650	66.422	67.214	68.027	68.866	69.732	70.630
0.9	71.565	72.543	73.570	74.658	75.821	77.079	78.463	80.026	81.870	84.261

注: 所得Y为角度数,在大样本中(总体参数π固定)不论Y均值大小,方差为820.7/n度

表7 百分比的概率单位变换表

百分率	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.83	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
百分率	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

表8 概率单位与权重系数对照表

期望概率单位 Y	权重系数 w	期望概率单位 Y	权重系数 w	期望概率单位 Y	权重系数 w	期望概率单位 Y	权重系数 w
1.1	0.000 82	3.1	0.154 36	5.1	0.634 31	7.1	0.110 26
1.2	0.001 18	3.2	0.179 94	5.2	0.627 42	7.2	0.091 79
1.3	0.001 67	3.3	0.207 74	5.3	0.616 09	7.3	0.075 64
1.4	0.002 35	3.4	0.237 53	5.4	0.600 52	7.4	0.061 68
1.5	0.003 27	3.5	0.269 07	5.5	0.580 99	7.5	0.049 79
1.6	0.004 51	3.6	0.301 99	5.6	0.557 88	7.6	0.039 77
1.7	0.006 14	3.7	0.335 89	5.7	0.531 59	7.7	0.031 43
1.8	0.008 28	3.8	0.370 31	5.8	0.502 60	7.8	0.024 58
1.9	0.011 05	3.9	0.404 74	5.9	0.471 44	7.9	0.019 03
2.0	0.014 57	4.0	0.438 63	6.0	0.438 63	8.0	0.014 57
2.1	0.019 03	4.1	0.471 44	6.1	0.404 74	8.1	0.011 04
2.2	0.024 58	4.2	0.502 60	6.2	0.370 31	8.2	0.008 28
2.3	0.031 43	4.3	0.531 59	6.3	0.335 89	8.3	0.006 14
2.4	0.039 77	4.4	0.557 88	6.4	0.301 99	8.4	0.004 51
2.5	0.049 79	4.5	0.580 99	6.5	0.269 07	8.5	0.003 27
2.6	0.061 68	4.6	0.600 52	6.6	0.237 53	8.6	0.002 35
2.7	0.075 64	4.7	0.616 09	6.7	0.207 74	8.7	0.001 67
2.8	0.091 79	4.8	0.627 42	6.8	0.179 94	8.8	0.001 18
2.9	0.110 26	4.9	0.634 31	6.9	0.154 36	8.9	0.000 82
3.0	0.131 12	5.0	0.636 62	7.0	0.131 12	9.0	0.000 56

表9 作业用概率单位的极大、极小值和极差值

期望概率单位 Y	作业用概率单位极小值 $y_0=Y-P/Z$	作业用概率单位极差 $1/Z$	作业用概率单位极大值 $y_{100}=Y+Q/Z$	期望概率单位 Y
1.1	0.857 9	5 034	9.142 1	8.9
1.2	0.952 2	3 425	9.047 8	8.8
1.3	1.046 2	2 354	8.953 8	8.7
1.4	1.140 0	1 634	8.860 0	8.6
1.5	1.233 4	1 146	8.766 6	8.5
1.6	1.326 6	811.5	8.673 4	8.4
1.7	1.419 4	580.5	8.580 6	8.3
1.8	1.511 8	419.4	8.488 2	8.2
1.9	1.603 8	306.1	8.396 2	8.1
2.0	1.695 4	225.6	8.304 6	8.0
2.1	1.786 6	168.00	8.213 4	7.9
2.2	1.877 2	126.34	8.122 8	7.8
2.3	1.967 3	95.96	8.032 7	7.7
2.4	2.056 8	73.62	7.943 2	7.6
2.5	2.145 7	57.05	7.854 3	7.5
2.6	2.233 9	44.654	7.766 1	7.4
2.7	2.321 4	35.302	7.678 6	7.3
2.8	2.408 1	28.189	7.591 9	7.2
2.9	2.493 8	22.736	7.506 2	7.1
3.0	2.578 6	18.521 6	7.421 4	7.0
3.1	2.662 4	15.240 2	7.337 6	6.9
3.2	2.744 9	12.666 2	7.255 1	6.8
3.3	2.826 1	10.632 7	7.173 9	6.7
3.4	2.906 0	9.015 4	7.094 0	6.6
3.5	2.984 2	7.721 0	7.015 8	6.5
3.6	3.060 6	6.678 8	6.939 4	6.4

续表

期望概率单位 Y	作业用概率单位极小值 $y_0=Y-P/Z$	作业用概率单位极差 $1/Z$	作业用概率单位极大值 $y_{100}=Y+Q/Z$	期望概率单位 Y
3.7	3.135 1	5.835 4	6.864 9	6.3
3.8	3.207 4	5.149 7	6.792 6	6.2
3.9	3.277 3	4.590 3	6.722 7	6.1
4.0	3.344 3	4.132 7	6.655 7	6.0
4.1	3.408 3	3.758 2	6.591 7	5.9
4.2	3.468 7	3.451 9	6.531 3	5.8
4.3	3.525 1	3.202 5	6.474 9	5.7
4.4	3.577 0	3.001 0	6.423 0	5.6
4.5	3.623 6	2.840 4	6.376 4	5.5
4.6	3.664 3	2.715 4	6.335 7	5.4
4.7	3.698 2	2.622 0	6.301 8	5.3
4.8	3.724 1	2.557 3	6.275 9	5.2
4.9	3.740 7	2.519 2	6.259 3	5.1
5.0	3.746 7	2.506 6	6.253 3	5.0
5.1	3.740 1	2.519 2	6.259 9	4.9
5.2	3.718 6	2.557 3	6.281 4	4.8
5.3	3.679 8	2.622 0	6.320 2	4.7
5.4	3.620 3	2.715 4	6.379 7	4.6
5.5	3.536 0	2.840 4	6.464 0	4.5
5.6	3.422 0	3.001 0	6.578 0	4.4
5.7	3.272 4	3.202 5	6.727 6	4.3
5.8	3.079 4	3.451 9	6.920 6	4.2
5.9	2.833 5	3.758 2	7.166 5	4.1
6.0	2.523 0	4.132 7	7.477 0	4.0
6.1	2.132 4	4.590 3	7.867 6	3.9
6.2	1.642 9	5.149 7	8.357 1	3.8
6.3	1.029 5	5.835 4	8.970 5	3.7
6.4	0.260 6	6.678 8	9.739 4	3.6
6.5	0.705 2	7.721 0	10.705 2	3.5

表 10　百分比 95% 可信区间表

阳性数	样本含量 n											
X	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0—31	0—22	0—17	0—14	0—12	0—9	0—7	0—6	0—6	0—5	0—4	0—4
1	0—45	0—32	0—25	0—20	0—17	0—13	0—11	0—9	0—8	0—7	0—6	0—5
2	3—56	2—41	1—32	1—26	1—22	1—17	1—14	1—11	0—10	1—9	0—8	0—7
3	7—65	4—48	3—38	3—31	2—27	2—21	2—17	1—14	1—12	1—11	1—10	1—8
4	12—74	8—55	6—44	5—36	4—31	3—24	2—19	2—16	2—14	2—13	1—11	1—10
5	19—81	12—62	9—49	7—41	6—35	4—27	3—22	3—18	3—16	2—14	2—13	2—11
6		16—68	12—54	9—45	8—39	6—30	5—24	4—20	3—18	3—16	3—14	2—12
7		21—73	15—59	12—49	10—42	8—33	6—26	5—23	4—20	4—17	3—15	3—14
8		27—79	19—64	15—54	12—46	9—35	7—29	6—25	5—21	5—19	4—17	4—15
9			23—69	18—58	15—49	11—38	9—31	7—26	6—23	5—20	5—18	4—16
10			27—73	21—61	17—53	13—41	10—34	8—29	7—25	6—22	6—20	5—18
11				24—65	20—56	15—44	11—36	10—30	8—26	7—23	6—21	6—19
12				28—69	23—59	17—47	13—38	11—32	9—28	8—25	7—22	6—20
13				31—72	26—63	19—49	15—41	12—34	10—30	9—26	8—23	7—21
14					28—66	21—52	16—43	13—36	11—31	10—27	9—25	8—22
15					31—69	23—54	18—45	15—38	13—33	11—29	10—26	9—23
16						25—57	20—47	16—40	14—34	12—30	11—27	10—24
17						27—59	21—49	18—41	15—36	13—32	12—28	10—25
18						29—62	23—51	19—43	16—37	14—33	12—30	11—27
19						32—64	25—53	20—45	17—39	15—34	13—31	12—28

续表

阳性数	样本含量 n											
X	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
20						34—66	26—55	22—47	18—41	16—36	14—32	13—29
21							28—57	23—49	20—42	17—37	15—33	13—30
22							30—59	25—50	21—43	18—39	16—35	14—31
23							32—61	26—52	22—45	19—40	17—36	15—32
24							34—63	28—53	23—46	20—41	18—37	16—33
25							36—65	29—55	25—48	21—43	19—38	17—34
26								31—57	26—49	23—44	20—39	18—35
27								32—58	27—51	24—45	21—40	19—37
28								34—60	29—52	25—46	22—42	20—38
29								35—62	30—54	26—48	23—43	20—39
30								37—63	31—55	27—49	24—44	21—40
31									33—57	28—50	25—45	22—41
32									34—58	29—51	26—46	23—42
33									35—59	31—53	27—47	24—43
34									36—61	32—54	28—48	25—44
35									38—62	33—55	29—50	26—45
36										34—56	30—51	27—46
37										35—58	31—52	28—47
38										36—59	32—53	29—48
39										37—60	33—54	29—49
40										39—61	34—55	30—50
41											35—56	31—51
42											36—57	32—52
43											37—59	33—53
44											38—60	34—54
45											39—61	35—55
46												36—56
47												37—57
48												38—58
49												39—59
50												40—60

摘自陆守曾，董玉恒：医用统计工具表，1页，吉林人民出版社，1978

表 11 Poisson 分布λ可信区间表

样本计数	95%		99%		样本计数	95%		99%	
X	下限	上限	下限	上限	X	下限	上限	下限	上限
0	0.0	3.7	0.0	5.3	16	9.4	26.0	7.5	29.4
1	0.1	5.6	0.0	7.4	17	9.9	27.2	8.2	30.7
2	0.2	7.2	0.1	9.3	18	10.7	28.4	8.9	32.0
3	0.6	8.8	0.3	11.0	19	11.5	29.6	9.6	33.3
4	1.0	10.2	0.6	12.6	20	12.2	30.8	10.3	34.6
5	1.6	11.7	1.0	14.1	21	13.0	32.0	11.0	35.9
6	2.2	13.1	1.5	15.6	22	13.8	33.2	11.8	37.2
7	2.8	14.4	2.0	17.1	23	14.6	34.4	12.5	38.4
8	3.4	15.8	2.5	18.5	24	15.4	35.6	13.2	39.7
9	4.0	17.1	3.1	20.0	25	16.2	36.8	14.0	41.0
10	4.7	18.4	3.7	21.3	26	17.0	38.0	14.7	42.2
11	5.4	19.7	4.3	22.6	27	17.8	39.2	15.4	43.5
12	6.2	21.0	4.9	24.0	28	18.6	40.4	16.2	44.8
13	6.9	22.3	5.5	25.4	29	19.4	41.6	17.0	46.0
14	7.7	23.5	6.2	26.7	30	20.2	42.8	17.7	47.2
15	8.4	24.8	6.8	28.1	31	21.0	44.0	18.5	48.4

续表

样本计数 X	95% 下限	95% 上限	99% 下限	99% 上限	样本计数 X	95% 下限	95% 上限	99% 下限	99% 上限
32	21.8	45.1	19.3	49.6	42	30.3	56.8	27.2	61.7
33	22.7	46.3	20.0	50.8	43	31.1	57.9	28.0	62.9
34	23.5	47.5	20.8	52.1	44	32.0	59.0	28.8	64.1
35	24.3	48.7	21.6	53.3	45	32.8	60.2	29.6	65.3
36	25.1	49.8	22.4	54.5	46	33.6	61.3	30.4	66.5
37	26.0	51.0	23.2	55.7	47	34.5	62.5	31.2	67.7
38	26.8	52.2	24.0	56.9	48	35.3	63.6	32.0	68.9
39	27.7	53.3	24.8	58.1	49	36.1	64.8	32.8	70.1
40	28.6	54.5	25.6	59.3	50	37.0	65.9	33.6	71.3
41	29.4	55.6	26.4	60.5					

摘自 Beyer WH: Handbook of Tables for Probability and Statistics, second edition, p 239, CRC Press, Inc., 1979

表12　Poisson分布中实际数与预期数之比的估计值表(用于SMR检验)

实际数	下界 P:0.01	下界 0.05	上界 0.05	上界 0.01	实际数	下界 P:0.01	下界 0.05	上界 0.05	上界 0.01
1	0.135	0.180	39.53	199.60	70	0.740	0.791	1.28	1.39
2	0.216	0.277	8.26	19.42	80	0.754	0.803	1.26	1.36
3	0.273	0.342	4.85	8.88	90	0.766	0.814	1.24	1.33
4	0.318	0.391	3.67	5.95	100	0.777	0.822	1.23	1.31
5	0.353	0.428	3.09	4.63	120	0.794	0.836	1.206	1.281
6	0.383	0.459	2.73	3.90	140	0.807	0.847	1.189	1.257
7	0.409	0.485	2.49	3.43	160	0.818	0.857	1.175	1.238
8	0.431	0.508	2.32	3.11	180	0.827	0.864	1.164	1.222
9	0.450	0.527	2.18	2.88	200	0.835	0.871	1.154	1.209
10	0.467	0.544	2.08	2.69	250	0.851	0.883	1.137	1.184
11	0.483	0.559	2.00	2.55	300	0.863	0.893	1.124	1.166
12	0.497	0.573	1.94	2.43	350	0.873	0.901	1.114	1.152
13	0.510	0.585	1.88	2.33	400	0.880	0.907	1.106	1.142
14	0.522	0.596	1.83	2.25	450	0.887	0.912	1.099	1.133
15	0.533	0.606	1.79	2.18	500	0.892	0.916	1.094	1.125
16	0.543	0.616	1.75	2.11	600	0.901	0.923	1.085	1.114
17	0.552	0.625	1.72	2.06	700	0.908	0.929	1.078	1.105
18	0.561	0.633	1.69	2.01	800	0.913	0.933	1.073	1.097
19	0.569	0.640	1.66	1.97	900	0.918	0.937	1.069	1.091
20	0.577	0.647	1.64	1.93	1 000	0.922	0.940	1.065	1.086
21	0.584	0.654	1.62	1.90	1 200	0.929	0.945	1.059	1.079
22	0.591	0.660	1.60	1.87	1 400	0.934	0.949	1.055	1.072
23	0.598	0.666	1.58	1.84	1 600	0.938	0.952	1.051	1.067
24	0.604	0.672	1.56	1.81	1 800	0.941	0.955	1.048	1.063
25	0.610	0.678	1.55	1.79	2 000	0.944	0.957	1.045	1.060
26	0.615	0.682	1.53	1.76	2 500	0.950	0.962	1.040	1.053
27	0.621	0.687	1.52	1.74	3 000	0.954	0.965	1.037	1.049
28	0.626	0.692	1.50	1.72	3 500	0.958	0.967	1.034	1.045
29	0.631	0.696	1.49	1.71	4 000	0.960	0.969	1.032	1.042
30	0.635	0.700	1.48	1.69	5 000	0.964	0.973	1.028	1.037
35	0.656	0.719	1.44	1.62	6 000	0.967	0.975	1.026	1.034
40	0.674	0.734	1.40	1.56	7 000	0.970	0.977	1.024	1.031
45	0.689	0.747	1.37	1.52	8 000	0.972	0.978	1.022	1.029
50	0.702	0.758	1.35	1.49	10 000	0.975	0.981	1.020	1.026
60	0.723	0.777	1.31	1.43					

录自 Bailar JC:Significance factors for the ratio of a Poisson Variable to its expectation. Biometrics, 20: 640, 1964

表 13 标准正态分布曲线下面积表(单侧尾部面积)

(Z临界值表)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.500 0	0.496 0	0.492 0	0.488 0	0.484 0	0.480 1	0.476 1	0.472 1	0.468 1	0.464 1
0.1	0.460 2	0.456 2	0.452 2	0.448 3	0.444 3	0.440 4	0.436 4	0.432 5	0.428 6	0.424 7
0.2	0.420 7	0.416 8	0.412 9	0.408 0	0.405 2	0.401 3	0.397 4	0.393 6	0.389 7	0.385 9
0.3	0.382 1	0.378 3	0.374 6	0.370 7	0.366 9	0.363 2	0.359 4	0.355 7	0.352 0	0.348 3
0.4	0.344 6	0.340 9	0.337 2	0.333 6	0.330 0	0.320 4	0.322 8	0.319 2	0.315 6	0.312 1
0.5	0.308 5	0.305 0	0.301 5	0.298 1	0.294 6	0.291 2	0.287 7	0.284 3	0.281 0	0.277 6
0.6	0.274 3	0.270 9	0.267 6	0.264 3	0.261 1	0.257 8	0.254 6	0.251 4	0.248 3	0.245 1
0.7	0.242 0	0.238 9	0.235 8	0.232 7	0.229 6	0.226 6	0.223 6	0.220 6	0.217 7	0.214 8
0.8	0.211 9	0.209 0	0.206 1	0.203 3	0.200 5	0.197 7	0.194 9	0.192 2	0.189 4	0.186 7
0.9	0.184 1	0.181 4	0.178 8	0.176 2	0.173 6	0.171 1	0.168 5	0.166 0	0.163 5	0.161 1
1.0	0.158 7	0.156 2	0.153 8	0.151 5	0.149 2	0.146 9	0.144 6	0.142 3	0.140 1	0.137 9
1.1	0.135 7	0.133 5	0.131 4	0.129 2	0.127 1	0.125 1	0.123 0	0.121 0	0.119 0	0.117 0
1.2	0.115 1	0.113 1	0.111 2	0.109 3	0.107 5	0.105 6	0.103 8	0.102 0	0.100 3	0.098 5
1.3	0.096 8	0.095 1	0.093 4	0.091 8	0.090 1	0.088 5	0.086 9	0.085 3	0.083 8	0.082 3
1.4	0.080 8	0.078 3	0.077 8	0.076 4	0.074 9	0.073 5	0.072 1	0.070 8	0.069 4	0.068 1
1.5	0.066 8	0.065 5	0.064 3	0.063 0	0.061 8	0.060 6	0.059 4	0.058 2	0.057 1	0.055 9
1.6	0.064 8	0.063 7	0.052 6	0.051 8	0.050 5	0.049 5	0.048 5	0.047 5	0.046 5	0.045 5
1.7	0.044 6	0.043 6	0.042 7	0.041 8	0.040 9	0.040 1	0.039 2	0.038 4	0.037 5	0.036 7
1.8	0.035 9	0.035 1	0.034 4	0.033 6	0.032 9	0.032 2	0.031 4	0.030 7	0.030 1	0.029 4
1.9	0.028 7	0.028 1	0.027 4	0.026 8	0.026 2	0.025 6	0.025 0	0.024 4	0.023 9	0.023 3
2.0	0.022 75	0.022 22	0.021 69	0.021 18	0.020 68	0.020 18	0.019 70	0.019 23	0.018 76	0.018 31
2.1	0.017 86	0.017 43	0.017 00	0.016 59	0.016 18	0.015 78	0.015 39	0.015 00	0.014 63	0.014 26
2.2	0.013 90	0.013 55	0.013 21	0.012 87	0.012 55	0.012 22	0.011 91	0.011 60	0.011 30	0.011 01
2.3	0.010 72	0.010 44	0.010 17	0.009 90	0.009 64	0.009 39	0.009 14	0.008 89	0.008 66	0.008 42
2.4	0.008 20	0.007 98	0.007 76	0.007 55	0.007 34	0.007 14	0.006 95	0.006 76	0.006 57	0.006 38
2.5	0.006 21	0.006 04	0.005 87	0.005 70	0.005 54	0.005 39	0.005 23	0.005 08	0.004 94	0.004 80
2.6	0.004 66	0.004 53	0.004 40	0.004 27	0.004 15	0.004 02	0.003 91	0.003 79	0.003 68	0.003 57
2.7	0.003 47	0.003 36	0.003 26	0.003 17	0.003 07	0.002 98	0.002 89	0.002 80	0.002 72	0.002 64
2.8	0.002 56	0.002 48	0.002 40	0.002 33	0.002 26	0.002 19	0.002 12	0.002 05	0.001 99	0.001 93
2.9	0.001 87	0.001 81	0.001 75	0.001 68	0.001 64	0.001 59	0.001 54	0.001 49	0.001 44	0.001 39
0.25	0.401 293 7	2.9	0.001 865 8	3.5	0.000 232 6	4.1	$207 \cdot 10^{-7}$	4.7	$13 \cdot 10^{-7}$	
0.5	0.308 537 5	3.0	0.001 349 9	3.6	0.000 159 1	4.2	$133 \cdot 10^{-7}$	4.8	$6 \cdot 10^{-7}$	
1.0	0.158 655 3	3.1	0.000 967 6	3.7	0.000 107 9	4.3	$82 \cdot 10^{-7}$	4.9	$6 \cdot 10^{-7}$	
1.5	0.066 807 2	3.2	0.000 687 1	3.8	$723 \cdot 10^{-7}$	4.4	$54 \cdot 10^{-7}$	5.0	$3 \cdot 10^{-7}$	
2.0	0.022 750 1	3.3	0.000 483 4	3.9	$481 \cdot 10^{-7}$	4.5	$34 \cdot 10^{-7}$	5.1	$2 \cdot 10^{-7}$	
2.5	0.006 209 7	3.4	0.000 336 9	4.0	$317 \cdot 10^{-7}$	4.6	$21 \cdot 10^{-7}$	5.2	$1 \cdot 10^{-7}$	

注：从表中查出的单侧尾巴面积×2，即为双侧Z检验P值。

$\alpha=0.05$ 时，双侧Z检验临界值为 1.96，Z 0.05＝1.96

表 14 标准正态分布曲线纵坐标值表

$f(Z)=(1/\sqrt{2\pi})e^{-Z^2/2}$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.396 9	0.398 9	0.398 9	0.398 8	0.398 6	0.398 4	0.398 2	0.398 0	0.397 7	0.397 3
0.1	0.397 0	0.396 5	0.396 1	0.395 6	0.395 1	0.394 5	0.393 9	0.393 2	0.392 5	0.391 8
0.2	0.391 0	0.390 2	0.389 4	0.388 5	0.387 6	0.386 7	0.385 7	0.384 7	0.383 6	0.382 5
0.3	0.381 4	0.380 2	0.379 0	0.377 8	0.376 5	0.375 2	0.373 9	0.372 5	0.371 2	0.369 7
0.4	0.368 3	0.366 8	0.365 3	0.363 7	0.362 1	0.360 5	0.358 9	0.357 2	0.355 5	0.353 8

续表

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.396 9	0.398 9	0.398 9	0.398 8	0.398 6	0.398 4	0.398 2	0.398 0	0.397 7	0.397 3
0.5	0.352 1	0.350 3	0.348 5	0.346 7	0.344 8	0.342 9	0.341 0	0.339 1	0.337 2	0.335 2
0.6	0.333 2	0.331 2	0.329 2	0.327 1	0.325 1	0.323 0	0.320 9	0.318 7	0.316 6	0.314 4
0.7	0.312 3	0.310 1	0.307 9	0.305 6	0.303 4	0.301 1	0.298 9	0.296 6	0.294 3	0.292 0
0.8	0.289 7	0.287 4	0.285 0	0.282 7	0.280 3	0.278 0	0.275 6	0.273 2	0.270 9	0.268 5
0.9	0.266 1	0.263 7	0.261 3	0.258 9	0.256 5	0.254 1	0.251 6	0.249 2	0.246 8	0.244 4
1.0	0.242 0	0.239 6	0.237 1	0.234 7	0.232 3	0.229 9	0.227 5	0.225 1	0.222 7	0.220 3
1.1	0.217 9	0.215 5	0.213 1	0.210 7	0.208 3	0.205 9	0.203 6	0.201 2	0.198 9	0.196 5
1.2	0.194 2	0.191 9	0.189 5	0.187 2	0.184 9	0.182 6	0.180 4	0.178 1	0.175 8	0.173 6
1.3	0.171 4	0.169 1	0.166 9	0.164 7	0.162 6	0.160 4	0.158 2	0.156 1	0.153 9	0.151 8
1.4	0.149 7	0.147 6	0.145 6	0.143 5	0.141 5	0.139 4	0.137 4	0.135 4	0.133 4	0.131 5
1.5	0.129 5	0.127 6	0.125 7	0.123 8	0.121 9	0.120 0	0.118 2	0.116 3	0.114 5	0.112 7
1.6	0.110 9	0.109 2	0.107 4	0.105 7	0.104 0	0.102 3	0.100 6	0.098 9	0.097 3	0.095 7
1.7	0.094 0	0.092 5	0.090 9	0.089 3	0.087 8	0.086 3	0.084 8	0.083 3	0.081 8	0.080 4
1.8	0.079 0	0.077 5	0.076 1	0.074 8	0.073 4	0.072 1	0.070 7	0.069 4	0.068 1	0.066 9
1.9	0.065 6	0.064 4	0.063 2	0.062 0	0.060 8	0.059 6	0.058 4	0.057 3	0.056 2	0.055 1
2.0	0.054 0	0.052 9	0.051 9	0.050 8	0.049 8	0.048 8	0.047 8	0.046 8	0.045 9	0.044 9
2.1	0.044 0	0.043 1	0.042 2	0.041 3	0.040 4	0.039 6	0.038 7	0.037 9	0.037 1	0.036 3
2.2	0.035 5	0.034 7	0.033 9	0.033 2	0.032 5	0.031 7	0.031 0	0.030 3	0.029 7	0.029 0
2.3	0.028 3	0.027 7	0.027 0	0.026 4	0.025 8	0.025 2	0.024 6	0.024 1	0.023 5	0.022 9
2.4	0.022 4	0.021 9	0.021 3	0.020 8	0.020 3	0.019 8	0.019 4	0.018 9	0.018 4	0.018 0
2.5	0.017 5	0.017 1	0.016 7	0.016 3	0.015 8	0.015 4	0.015 1	0.014 7	0.014 3	0.013 9
2.6	0.013 6	0.013 2	0.012 9	0.012 6	0.012 2	0.011 9	0.011 6	0.011 3	0.011 0	0.010 7
2.7	0.010 4	0.010 1	0.009 9	0.009 6	0.009 3	0.009 1	0.008 8	0.008 6	0.008 4	0.008 1
2.8	0.007 9	0.007 7	0.007 5	0.007 3	0.007 1	0.006 9	0.006 7	0.006 5	0.006 3	0.006 1
2.9	0.006 0	0.005 8	0.005 6	0.005 5	0.005 3	0.005 1	0.005 0	0.004 8	0.004 7	0.004 6
3.0	0.004 4	0.004 3	0.004 2	0.004 0	0.003 9	0.003 8	0.003 7	0.003 6	0.003 5	0.003 4
3.1	0.003 3	0.003 2	0.003 1	0.003 0	0.002 9	0.002 8	0.002 7	0.002 6	0.002 5	0.002 5
3.2	0.002 4	0.002 3	0.002 2	0.002 2	0.002 1	0.002 0	0.002 0	0.001 9	0.001 8	0.001 8
3.3	0.001 7	0.001 7	0.001 6	0.001 6	0.001 5	0.001 5	0.001 4	0.001 4	0.001 3	0.001 3
3.4	0.001 2	0.001 2	0.001 2	0.001 1	0.001 1	0.001 0	0.001 0	0.001 0	0.000 9	0.000 9
3.5	0.000 9	0.000 8	0.000 8	0.000 8	0.000 8	0.000 7	0.000 7	0.000 7	0.000 7	0.000 6
3.6	0.000 6	0.000 6	0.000 6	0.000 5	0.000 5	0.000 5	0.000 5	0.000 5	0.000 5	0.000 4
3.7	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.000 3
3.8	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2
3.9	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0.000 1	0.000 1
4.0	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

表 15　t分布临界值表

（t分布两侧尾部所占面积为α的t值）

自由度	双侧检验α值									
	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001	0.000 1
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.321	318.309	35.619	6 366.198
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.598	99.992
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214	12.924	28.000
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610	15.544
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869	11.178
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959	9.082
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408	7.885
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.801	5.041	7.120

续表

自由度	双侧检验α值									
	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001	0.000 1
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781	6.594
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587	6.211
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437	5.921
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318	5.694
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221	5.513
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140	5.363
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073	5.239
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015	5.134
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965	5.044
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922	4.966
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883	4.897
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850	4.837
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819	4.784
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.506	3.792	4.736
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767	4.693
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745	4.654
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725	4.619
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707	4.587
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690	4.558
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674	4.530
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659	4.506
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646	4.482
32	0.682	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.015	3.365	3.622	4.441
34	0.682	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.002	3.348	3.601	4.405
35	0.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	2.996	3.340	3.591	4.389
36	0.681	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	2.990	3.333	3.582	4.374
38	0.681	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	2.980	3.319	3.566	4.346
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551	4.321
42	0.680	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	2.963	3.296	3.538	4.298
45	0.680	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	2.952	3.281	3.520	4.269
47	0.680	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	2.946	3.273	3.510	4.251
50	0.679	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937	3.261	3.496	4.228
55	0.679	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	2.925	3.245	3.476	4.196
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460	4.169
70	0.678	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	2.899	3.211	3.435	4.127
80	0.678	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887	3.195	3.416	4.096
90	0.677	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	2.878	3.183	3.402	4.072
100	0.677	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871	3.174	3.390	4.053
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373	4.025
200	0.676	1.286	1.653	1.972	2.345	2.601	2.838	3.131	3.340	3.970
500	0.675	1.283	1.648	1.965	2.334	2.586	2.820	3.107	3.310	3.922
1000	0.675	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	2.813	3.098	3.300	3.906
∞	0.675	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.290	3.891

表16 χ^2分布临界值表

(例$\chi^2_{0.05,1}=3.84$)

DF \ α	0.99	0.975	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.001
1	0.000 16	0.000 98	0.003 9	0.015 8	0.064	0.148	0.455	1.07	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	10.83
2	0.020 1	0.050 6	0.102 6	0.210 7	0.446	0.713	1.39	2.41	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	13.82
3	0.115	0.216	0.352	0.584	1.00	1.42	2.37	3.66	4.64	6.25	7.81	9.35	11.34	16.27

续表

DF \ α	0.99	0.975	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.001
4	0.297	0.454	0.711	1.064	1.65	2.20	3.36	4.88	5.99	7.78	9.49	11.14	13.28	18.47
5	0.554	0.831	1.15	1.61	2.34	3.00	4.35	6.06	7.29	9.24	11.07	12.83	15.09	20.52
6	0.872	1.24	1.64	2.20	3.07	3.83	5.35	7.23	8.56	10.64	12.59	14.45	16.81	22.46
7	1.24	1.69	2.17	2.83	3.82	4.67	6.35	8.38	9.80	12.02	14.07	16.01	18.48	24.32
8	1.65	2.18	2.73	3.49	4.59	5.53	7.34	9.52	11.0	13.36	15.51	17.53	20.09	26.13
9	2.08	2.70	3.33	4.17	5.38	6.39	8.34	10.7	12.2	14.68	16.92	19.02	21.67	27.88
10	2.58	3.25	3.94	4.87	6.18	7.27	9.34	11.8	13.4	15.99	18.31	20.48	23.21	29.59
11	3.05	3.82	4.57	5.58	6.99	8.15	10.3	12.9	14.6	17.28	19.68	21.92	24.73	31.26
12	3.57	4.40	5.23	6.30	7.81	9.03	11.3	14.0	15.8	18.55	21.03	23.34	26.22	32.91
13	4.11	5.01	5.89	7.04	8.63	9.93	12.3	15.1	17.0	19.81	22.36	24.74	27.69	34.53
14	4.66	5.63	6.57	7.79	9.47	10.8	13.3	16.2	18.2	21.06	23.68	26.12	29.14	36.12
15	5.23	6.26	7.26	8.55	10.3	11.7	14.3	17.3	19.3	22.31	25.00	27.49	30.58	37.70
16	5.81	6.91	7.96	9.31	11.2	12.6	15.3	18.4	20.5	23.54	26.30	28.85	32.00	39.25
17	6.41	7.56	8.67	10.08	12.0	13.5	16.3	19.5	21.6	24.77	27.59	30.19	33.41	40.79
18	7.01	8.23	9.39	10.86	12.9	14.4	17.3	20.6	22.8	25.99	28.87	31.53	34.81	42.31
19	7.63	8.91	10.12	11.65	13.7	15.4	18.3	21.7	23.9	27.20	30.14	32.85	36.19	43.82
20	8.26	9.59	10.85	12.44	14.6	16.3	19.3	22.8	25.0	28.41	31.41	34.17	37.57	45.31
22	9.54	10.98	12.34	14.04	16.3	18.1	21.3	24.9	27.3	30.81	33.92	36.78	40.29	48.27
24	10.86	12.40	13.85	15.66	18.1	19.9	23.3	27.1	29.6	33.20	36.42	39.36	42.98	51.18
26	12.20	13.84	15.38	17.29	19.8	21.8	25.3	29.2	31.8	35.56	38.89	41.92	45.64	54.05
28	13.56	15.31	16.93	18.94	21.6	23.6	27.3	31.4	34.0	37.92	41.34	44.46	48.28	56.89
30	14.95	16.79	18.49	20.60	23.4	25.5	29.3	33.5	36.2	40.26	43.77	46.98	50.89	59.70
35	18.51	20.57	22.46	24.80	27.8	30.2	34.3	38.9	41.8	46.06	49.80	53.20	57.34	66.62
40	22.16	24.43	26.51	29.05	32.3	34.9	39.3	44.2	47.3	51.81	55.76	59.34	63.69	73.40
50	29.71	32.36	34.76	37.69	41.4	44.3	49.3	54.7	58.2	63.17	67.50	71.42	76.15	86.66
60	37.48	40.48	43.19	46.45	50.6	53.8	59.3	65.2	69.0	74.40	79.08	83.30	88.38	99.61
80	53.54	57.15	60.39	64.28	69.2	72.9	79.3	86.1	90.4	96.58	101.88	106.63	112.33	124.84
100	70.06	74.22	77.93	82.36	87.9	92.1	99.3	106.9	111.7	118.50	124.34	129.56	135.81	149.45
120	86.92	81.57	95.70	100.62	106.8	111.4	119.3	127.6	132.8	140.23	146.57	152.21	158.95	173.82
150	112.67	117.98	122.69	128.28	135.3	140.5	149.3	158.6	164.3	172.58	179.58	185.80	193.21	209.26
200	156.43	162.73	168.28	174.84	183.0	189.0	199.3	210.0	216.6	226.02	233.99	241.06	249.45	267.54

表17　阶乘及其对数值表

n	n!	log n!	n	n!	log n!
1	1.000 0	0.000 00	17	3.556 9×10^{14}	14.551 07
2	2.000 0	0.301 03	18	6.402 4×10^{15}	15.806 34
3	6.000 0	0.778 15	19	1.216 5×10^{17}	17.085 09
4	2.400 0×10	1.380 21	20	2.432 9×10^{18}	18.386 12
5	1.200 0×10^{2}	2.079 18	21	5.109 1×10^{19}	19.708 34
6	7.200 0×10^{2}	2.857 33	22	1.124 0×10^{21}	21.050 77
7	5.040 0×10^{3}	3.702 43	23	2.585 2×10^{22}	22.412 49
8	4.032 0×10^{4}	4.605 52	24	6.204 5×10^{23}	23.792 71
9	3.628 8×10^{5}	5.559 76	25	1.551 1×10^{25}	25.190 65
10	3.628 8×10^{6}	6.559 76	26	4.032 9×10^{26}	26.605 62
11	3.991 7×10^{7}	7.601 16	27	1.088 9×10^{28}	28.036 98
12	4.790 0×10^{8}	8.680 34	28	3.048 9×10^{29}	29.484 14
13	6.227 0×10^{9}	9.794 28	29	8.841 8×10^{30}	30.946 54
14	8.717 8×10^{10}	10.940 41	30	2.652 5×10^{32}	32.423 66
15	1.307 7×10^{12}	12.116 50	31	8.222 8×10^{33}	33.915 02
16	2.092 3×10^{13}	13.320 62	32	2.631 3×10^{35}	35.420 17

续表

n	n!	log n!	n	n!	log n!
33	8.6833×10^{36}	36.938 69	67	3.6471×10^{94}	94.561 95
34	2.9523×10^{38}	38.470 16	68	2.4800×10^{96}	96.394 46
35	1.0333×10^{40}	40.014 23	69	1.7112×10^{98}	98.233 31
36	3.7199×10^{41}	41.570 54	70	1.1979×10^{100}	100.078 41
37	1.3764×10^{43}	43.138 74	71	8.5048×10^{101}	101.929 66
38	5.2302×10^{44}	44.718 52	72	6.1234×10^{103}	103.787 00
39	2.0398×10^{46}	46.309 59	73	4.4701×10^{105}	105.650 32
40	8.1592×10^{47}	47.911 65	74	3.3079×10^{107}	107.519 55
41	3.3453×10^{49}	49.524 43	75	2.4809×10^{109}	109.394 61
42	1.4050×10^{51}	51.147 68	76	1.8855×10^{111}	111.275 43
43	6.0415×10^{52}	52.781 15	77	1.4518×10^{113}	113.161 92
44	2.6583×10^{54}	54.424 60	78	1.1324×10^{115}	115.054 01
45	1.1962×10^{56}	56.077 81	79	8.9462×10^{116}	116.951 64
46	5.5026×10^{57}	57.740 57	80	7.1569×10^{118}	118.854 73
47	2.5862×10^{59}	59.412 67	81	5.7971×10^{120}	120.763 21
48	1.2414×10^{61}	61.093 91	82	4.7536×10^{122}	122.677 03
49	6.0828×10^{62}	62.784 10	83	3.9455×10^{124}	124.596 10
50	3.0414×10^{64}	64.483 07	84	3.3142×10^{126}	126.520 38
51	1.5511×10^{66}	66.190 65	85	2.8171×10^{128}	128.449 80
52	8.0658×10^{67}	67.906 65	86	2.4227×10^{130}	130.384 30
53	4.2749×10^{69}	69.630 92	87	2.1078×10^{132}	132.323 82
54	2.3084×10^{71}	71.363 32	88	1.8548×10^{134}	134.268 30
55	1.2696×10^{73}	73.103 68	89	1.6508×10^{136}	136.217 69
56	7.1100×10^{74}	74.851 87	90	1.4857×10^{138}	138.171 94
57	4.0527×10^{76}	76.607 74	91	1.3520×10^{140}	140.130 98
58	2.3506×10^{78}	78.371 17	92	1.2438×10^{142}	142.094 77
59	1.3868×10^{80}	80.142 02	93	1.1568×10^{144}	144.063 25
60	8.3210×10^{81}	81.920 17	94	1.0874×10^{146}	146.036 38
61	5.0758×10^{83}	83.705 50	95	1.0330×10^{148}	148.014 10
62	3.1470×10^{85}	85.497 90	96	9.9168×10^{149}	149.996 37
63	1.9826×10^{87}	87.297 24	97	9.6193×10^{151}	151.983 14
64	1.2689×10^{89}	89.103 42	98	9.4269×10^{163}	153.974 37
65	8.2477×10^{90}	90.916 33	99	9.3326×10^{155}	155.970 00
66	5.4435×10^{92}	92.735 87	100	9.3326×10^{157}	157.970 00

表 18　单侧面积 $\alpha=0.05$ 及 0.01 的 F 临界值表

(用于方差分析)

ν_2(较小均方的自由度)	ν_1(较大均方的自由度)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	12	24	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	243.9	249.1	254.3
	4 052	4 999.5	5 403	5 625	5 764	5 859	5 928	5 982	6 106	6 235	6 366
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.41	19.45	19.50
	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.42	99.46	99.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.74	8.64	8.53
	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.05	26.60	26.13
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	5.91	5.77	5.63
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.37	13.93	13.46
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.68	4.53	4.36
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	9.89	9.47	9.02
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.00	3.84	3.67
	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.72	7.31	6.88

续表

ν_2(较小均方的自由度)	ν_1(较大均方的自由度)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	12	24	∞
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.57	3.41	3.23
	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.47	6.07	5.65
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.28	3.12	2.93
	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.67	5.28	4.86
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.07	2.90	2.71
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.11	4.73	4.31
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	2.91	2.74	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.71	4.33	3.91
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.69	2.51	2.30
	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.16	3.78	3.36
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.53	2.35	2.13
	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	3.80	3.43	3.00
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.42	2.24	2.01
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.55	3.18	2.75
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.34	2.15	1.92
	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.37	3.00	2.57
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.28	2.08	1.84
	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.23	2.86	2.42
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.09	1.89	1.62
	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	2.84	2.47	2.01
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.00	1.79	1.51
	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.66	2.29	1.80
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	1.92	1.70	1.39
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.50	2.12	1.60
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.83	1.61	1.25
	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.34	1.95	1.38
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.75	1.52	1.00
	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.18	1.79	1.00

表19　双侧面积$\alpha=0.05$的F临界值表

(用于各组样本方差齐性检验)

ν_2	较大均方的自由度, ν_1													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	60	∞
1	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6	976.7	984.9	993.1	1 001	1 010	1 018
2	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.48	39.50
3	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.08	13.99	13.90
4	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.46	8.36	8.26
5	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.23	6.12	6.02
6	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.07	4.96	4.85
7	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.67	4.57	4.47	4.36	4.25	4.14
8	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.89	3.78	3.67
9	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.56	3.45	3.33
10	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.31	3.20	3.08
11	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.12	3.00	2.88
12	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	2.96	2.85	2.72
13	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.84	2.72	2.60
14	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.73	2.61	2.49
15	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.64	2.52	2.40
16	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.57	2.45	2.32
17	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.50	2.38	2.25
18	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.44	2.32	2.19
19	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.39	2.27	2.13

续表

ν_2	较大均方的自由度，ν_1														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	60	∞
20	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.35	2.22	2.09
21	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.31	2.18	2.04
22	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.27	2.14	2.00
23	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2 67	2.57	2.47	2.36	2.24	2.11	1.97
24	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.21	2.08	1.94
25	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.18	2.05	1.91
26	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.16	2.03	1.88
27	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.13	2.00	1.85
28	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.11	1.98	1.83
29	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.09	1.96	1.81
30	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.07	1.94	1.79
40	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	1.94	1.80	1.64
60	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.82	1.67	1.48
120	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.69	1.53	1.31
∞	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.57	1.39	1.00

表 20 Student-Newman Keul检验q临界值表

上行：P=0.05，下行：P=0.01

自由度	组数，α								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99
	5.70	6.98	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49
	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16
	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92
	4.75	5.64	6.20	6.62	6.96	7.24	7.47	7.68	7.86
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	6.59	5.74
	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.33	7.49
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60
	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39
	4.32	5.05	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25
	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15
	4.13	4.79	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07
	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01
	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82
	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73
	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.26	5.39	5.50	5.60
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65
	3.76	4.28	4.59	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56
	3.70	4.20	4 50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30
∞	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.30	4.47
	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16

表 21　Duncan检验q临界值表

上行：P=0.05，下行：P=0.01

ν	组数，a								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5
6	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0
7	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61
	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8
8	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56
	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5
9	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52
	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4
10	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28
12	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46
	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07
14	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44
	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91
16	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43
	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79
18	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41
	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71
20	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40
	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65
30	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37
	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48
40	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35
	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41
60	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33
	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34
100	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32
	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29
∞	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29
	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20

摘自 Duncan DB: Multiple range and multiple F tests, Biometrics, 11:1, 1955

表 22　Dunnett检验q临界值表

上行：P=0.05，下行：P=0.01

ν	组数，a				
	2	3	4	5	6
5	2.57	3.03	3.29	3.48	3.62
	4.03	4.63	4.98	5.22	5.41
6	2.45	2.86	3.10	3.26	3.39
	3.71	4.21	4.51	4.71	4.87
7	2.36	2.75	2.97	3.12	3.24
	3.50	3.95	4.21	4.39	4.53
8	2.31	2.67	2.88	3.02	3.13
	3.36	3.77	4.00	4.17	4.29

续表

ν	组数，*a*				
	2	3	4	5	6
9	2.26	2.61	2.81	2.95	3.05
	3.25	3.63	3.85	4.01	4.12
10	2.23	2.57	2.76	2.89	2 99
	3.17	3.53	3.74	3.88	3.99
11	2.20	2.53	2.72	2.84	2.94
	3.11	3.45	3.65	3.79	3.89
12	2.18	2.50	2.68	2.81	2.90
	3.05	3.39	3.58	3.71	3.81
13	2.16	2.48	2.65	2.78	2.87
	3.01	3.33	3.52	3.65	3.74
14	2.14	2.46	2.63	2.75	2.84
	2.98	3.29	3.47	3.59	3.69
15	2.13	2.44	2.61	2.73	2.82
	2.95	3.25	3.43	3.55	3.64
16	2.12	2.42	2.59	2.71	2.80
	2.92	3.22	3.39	3.51	3.60
17	2.11	2.41	2.58	2.69	2.78
	2.90	3.19	3.36	3.47	3.56
18	2.10	2.40	2.56	2.68	2.76
	2.88	3.17	3.33	3.44	3.53
19	2.09	2.39	2.55	2.66	2.75
	2.86	3.15	3.31	3.42	3.50
20	2.09	2.38	2.54	2.65	2.73
	2.85	3.13	3.29	3.40	3.48
24	2.06	2.35	2.51	2.61	2.70
	2.80	3.07	3.22	3.32	3.40
30	2.04	2.32	2.47	2.58	2.66
	2.75	3.01	3.15	3.25	3.33
40	2.02	2.29	2.44	2.54	2.62
	2.70	2.95	3.09	3.19	3.26
60	2.00	2.27	2.41	2.51	2.58
	2.66	2.90	3.03	3.12	3.19
120	1.98	2.24	2.38	2.47	2.55
	2.62	2.85	2.97	3.06	3.12
∞	1.96	2.21	2.35	2.44	2.51
	2.58	2.79	2.92	3.00	3.06

表 23 Scheffé检验S临界值表

上行：P=0.05，下行：P=0.01

ν	k−1(k为组数)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3.40	4.03	4.56	5.03	5.45	5.84	6.21	6.55	6.88
	5.15	6.01	6.75	7.41	8.00	8.56	9.07	9.56	10.03
6	3.21	3.78	4.26	4.68	5.07	5.43	5.76	6.07	6.37
	4.67	5.42	6.05	6.61	7.13	7.60	8.05	8.47	8.87
7	3.08	3.61	4.06	4.46	4.82	5.15	5.46	5.75	6.03
	4.37	5.04	5.60	6.11	6.57	7.00	7.40	7.78	8.14
8	2.99	3.49	3.92	4.29	4.64	4.95	5.24	5.52	5.79
	4.16	4.77	5.29	5.76	6.18	6.58	6.94	7.29	7.63
9	2.92	3.40	3.81	4.17	4.50	4.80	5.08	5.35	5.60
	4.01	4.58	5.07	5.50	5.90	6.27	6.61	6.94	7 25
10	2.86	3.34	3.73	4.08	4.39	4.68	4.96	5.21	5.46

续表

ν	k－1(k为组数)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3.89	4.43	4.90	5.31	5.68	6.03	6.36	6.67	6.96
12	2.79	3.24	3.61	3.94	4.24	4.52	4.77	5.02	5.25
	3.72	4.23	4.65	5.03	5.38	5.70	6.00	6.28	6.55
14	2.73	3.17	3.53	3.85	4.13	4.40	4.65	4.88	5.10
	3.61	4.09	4.49	4.85	5.17	5.47	5.75	6.02	6.28
16	2.70	3.12	3.47	3.78	4.06	4.31	4.55	4.78	4.99
	3.53	3.98	4.37	4.71	5.02	5.31	5.58	5.83	6.08
18	2.67	3.08	3.42	3.72	4.00	4.25	4.48	4.70	4.91
	3.47	3.91	4.28	4.61	4.91	5.19	5.44	5.69	5.92
20	2.64	3.05	3.39	3.68	3.95	4.20	4.42	4.64	4.85
	3.42	3.85	4.21	4.53	4.82	5.09	5.34	5.58	5.80
30	2.58	2.96	3.28	3.56	3.81	4.04	4.26	4.46	4.65
	3.28	3.68	4.01	4.30	4.57	4.81	5.04	5.25	5.46
40	2.54	2.92	3.23	3.50	3.74	3.97	4.18	4.37	4.56
	3.22	3.60	3.91	4.19	4.44	4.68	4.89	5.10	5.29
60	2.51	2.88	3.18	3.44	3.68	3.89	4.10	4.28	4.46
	3.16	3.52	3.82	4.09	4.33	4.55	4.75	4.95	5.13
120	2.48	2.84	3.13	3.38	3.61	3.82	4.02	4.20	4.37
	3.09	3.44	3.73	3.98	4.21	4.42	4.62	4.80	4.97
∞	2.45	2.80	3.08	3.33	3.55	3.75	3.94	4.11	4.28
	3.03	3.37	3.64	3.88	4.10	4.30	4.48	4.65	4.82

摘自山内二郎：统计数值表，66，JSA-1972

表 24　符号秩检验T临界值表

n	0.010	0.02	0.05	0.10
5				0(0.031 2)
6			0(0.015 6)	2(0.046 9)
7		0(0.007 8)	2(0.023 4)	3(0.039 1)
8	0(0.003 9)	1(0.007 8)	3(0.019 5)	5(0.039 1)
9	1(0.003 9)	3(0.009 8)	5(0.019 5)	8(0.048 8)
10	3(0.004 9)	5(0.009 8)	8(0.024 4)	10(0.042 0)
11	5(0.004 9)	7(0.009 3)	10(0.021 0)	13(0.041 5)
12	7(0.004 6)	9(0.008 1)	13(0.021 2)	17(0.046 1)
13	9(0.004 0)	12(0.008 5)	17(0.023 9)	21(0.047 1)
14	12(0.004 3)	15(0.008 3)	21(0.024 7)	25(0.045 3)
15	15(0.004 2)	19(0.009 0)	25(0.024 0)	30(0.047 3)
16	19(0.004 6)	23(0.009 1)	29(0.022 2)	35(0.046 7)
17	23(0.004 7)	27(0.008 7)	34(0.022 4)	41(0.049 2)
18	27(0.004 5)	32(0.009 1)	40(0.024 1)	47(0.049 4)
19	32(0.004 7)	37(0.009 0)	46(0.024 7)	53(0.047 8)
20	37(0.004 7)	43(0.009 6)	52(0.024 2)	60(0.048 7)
21	42(0.004 5)	49(0.009 7)	58(0.023 0)	67(0.047 9)
22	48(0.004 6)	55(0.009 5)	65(0.023 1)	75(0.049 2)
23	54(0.004 6)	62(0.009 8)	73(0.024 2)	83(0.049 0)
24	61(0.004 8)	69(0.009 7)	81(0.024 5)	91(0.047 5)
25	68(0.004 8)	76(0.009 4)	89(0.024 1)	100(0.047 9)
26	75(0.004 7)	84(0.009 5)	98(0.024 7)	110(0.049 7)
27	83(0.004 8)	92(0.009 3)	107(0.024 6)	119(0.047 7)
28	91(0.004 8)	101(0.009 6)	116(0.023 9)	130(0.049 6)
29	100(0.004 9)	110(0.009 5)	126(0.024 0)	140(0.048 2)
30	109(0.005 0)	120(0.009 8)	137(0.024 9)	151(0.048 1)
31	118(0.004 9)	130(0.009 9)	147(0.023 9)	163(0.049 1)

续表

n	0.010	0.02	0.05	0.10
32	128(0.005 0)	140(0.009 7)	159(0.024 9)	175(0.049 2)
33	138(0.004 9)	151(0.009 9)	170(0.024 2)	187(0.048 5)
34	148(0.004 8)	162(0.009 8)	182(0.024 2)	200(0.048 8)
35	159(0.004 8)	173(0.009 6)	195(0.024 7)	213(0.048 4)
36	171(0.005 0)	185(0.009 6)	208(0.024 8)	227(0.048 9)
37	182(0.004 8)	198(0.009 9)	221(0.024 5)	241(0.048 7)
38	194(0.004 8)	211(0.009 9)	235(0.024 7)	256(0.049 3)
39	207(0.004 9)	224(0.009 9)	249(0.024 6)	271(0.049 3)
40	220(0.004 9)	238(0.010 0)	264(0.024 9)	286(0.048 6)
41	233(0.004 8)	252(0.010 0)	279(0.024 8)	302(0.048 8)
42	247(0.004 9)	266(0.009 8)	294(0.024 5)	319(0.049 6)
43	261(0.004 8)	281(0.009 8)	310(0.024 5)	336(0.049 8)
44	276(0.004 9)	296(0.009 7)	327(0.025 0)	353(0.049 5)
45	291(0.004 9)	312(0.009 8)	343(0.024 4)	371(0.049 8)
46	307(0.005 0)	328(0.009 8)	361(0.024 9)	389(0.049 7)
47	322(0.004 8)	345(0.009 9)	378(0.024 5)	407(0.049 0)
48	339(0.005 0)	362(0.009 9)	396(0.024 4)	426(0.049 0)
49	355(0.004 9)	379(0.009 8)	415(0.024 7)	446(0.049 5)
50	373(0.005 0)	397(0.009 8)	434(0.024 7)	466(0.049 5)

注：(　)内为单侧确切概率

表 25　两组秩和检验T临界值表(Mann-Whitney检验)

双侧

1行　P=0.10

2行　P=0.05

3行　P=0.02

4行　P=0.01

n_1	n_2-n_1										
(较小n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	6—15	7—17	7—20	8—22	9—24	9—27	10—29	11—31	11—34	12—36	13—38
	5—16	6—18	6—21	7—23	7—26	8—23	8—31	9—33	10—35	10—38	11—40
	5—16	5—19	6—21	6—24	6—27	7—29	7—32	7—35	8—37	8—19	9—42
	5—16	5—19	5—22	5—25	6—27	6—30	6—33	6—36	7—38	7—41	7—44
4	12—24	13—27	14—30	15—33	16—36	17—39	18—42	19—45	20—48	21—51	22—54
	11—25	12—28	12—32	13—35	14—38	15—41	16—44	17—47	17—51	18—54	19—57
	10—26	10—30	11—33	12—36	12—40	13—43	14—46	14—50	15—53	16—56	16—60
	9—27	10—30	10—34	11—37	11—41	12—44	12—48	13—51	13—55	14—58	15—61
5	19—36	20—40	22—43	24—46	25—50	26—54	27—58	29—61	30—65	32—68	33—72
	18—37	19—41	20—45	21—49	22—53	24—56	25—60	26—64	27—68	29—71	30—75
	16—39	17—43	18—47	19—51	20—55	21—59	22—63	23—67	24—71	25—75	26—79
	15—40	16—44	17—48	18—52	19—56	19—61	20—65	21—69	22—73	23—77	24—81
6	28—50	30—54	32—58	33—63	35—67	37—71	39—75	41—79	42—84	44—88	46—92
	26—52	28—56	29—61	31—65	32—70	34—74	36—78	37—83	39—87	41—91	42—96
	24—54	26—58	27—63	28—68	30—72	31—77	32—82	34—86	35—91	36—96	38—100
	23—55	24—60	25—65	27—69	28—74	29—79	30—84	31—89	32—94	34—98	35—103
7	39—66	41—71	43—76	46—30	48—85	50—90	52—95	54—100	57—104	59—109	61—114
	37—68	39—73	41—78	43—83	45—88	46—94	48—99	50—104	52—109	54—114	56—119
	34—71	36—76	38—81	39—87	41—92	43—97	44—103	46—108	48—113	49—119	51—124
	33—72	34—78	36—83	37—89	39—94	40—100	42—105	43—111	45—116	46—122	48—127
8	52—84	54—90	57—95	60—100	62—106	65—111	67—117	70—122	73—127	75—133	78—138
	49—87	51—93	54—98	56—104	58—110	61—115	63—121	65—127	68—132	70—138	72—144

续表

n_1	n_2-n_1										
(较小n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	46—90	48—96	50—102	52—108	54—114	56—120	58—126	60—132	62—138	64—144	66—150
	44—92	46—98	47—105	49—111	51—117	53—123	55—129	57—135	59—141	61—147	62—154
9	66—105	69—111	72—117	75—123	78—129	81—135	84—141	87—147	90—153	93—159	96—165
	63—108	66—114	68—121	71—127	74—133	77—139	79—146	82—152	85—158	88—164	90—171
	59—112	62—118	64—125	66—132	69—138	71—145	74—151	76—158	76—164	81—171	83—178
	57—114	59—121	61—128	63—135	65—142	68—148	70—155	72—162	74—169	77—175	79—182
10	83—127	86—134	89—141	93—147	96—154	100—160	103—167	107—173	110—180	114—186	117—193
	79—131	82—138	85—145	88—152	91—159	94—166	97—173	101—179	104—186	107—193	110—200
	74—136	77—143	80—150	83—157	85—165	88—172	91—179	94—186	97—193	100—200	102—208
	71—139	74—146	76—154	79—161	82—168	84—176	87—183	89—191	92—198	95—205	97—213
11	101—152	105—159	109—166	112—174	116—181	120—188	124—195	128—202	132—209	136—216	139—224
	96—157	100—164	103—172	107—179	110—187	114—194	118—201	121—209	125—216	128—224	132—231
	91—162	94—170	97—178	101—185	104—193	107—201	110—209	113—217	117—224	120—232	123—240
	88—165	91—173	94—181	97—189	100—197	102—206	105—214	108—222	111—230	114—238	117—246
12	121—179	125—187	129—195	134—202	138—210	142—218	147—225	151—233	155—241	159—249	164—256
	116—184	120—192	124—200	128—208	131—217	135—225	139—233	143—241	147—249	151—257	155—265
	110—190	113—199	117—207	120—216	124—224	128—232	131—241	135—249	138—258	142—266	146—274
	106—194	109—203	113—211	116—220	119—229	123—237	126—246	129—255	133—263	136—272	139—281
13	143—208	148—216	152—225	157—233	162—241	166—250	171—258	176—266	181—274	185—283	190—291
	137—214	141—223	146—231	150—240	154—249	159—257	163—266	168—274	172—283	176—292	181—300
	130—221	134—230	138—239	142—248	146—257	150—266	154—275	158—284	162—293	166—302	170—311
	126—225	130—234	133—244	137—253	141—262	144—272	148—281	152—290	156—299	159—309	163—318
14	167—239	172—248	177—257	182—266	187—275	192—284	197—293	203—301	208—310	213—319	218—328
	160—246	165—255	170—264	174—274	179—283	184—292	189—301	194—310	198—320	203—329	208—338
	153—253	157—263	161—273	166—282	170—292	174—302	179—311	183—321	188—330	192—340	196—350
	148—258	152—268	156—278	160—288	164—298	168—308	172—318	176—328	180—299	185—347	189—357
15	192—273	198—282	203—292	209—301	215—310	220—320	226—329	231—339	237—348	242—358	248—367
	185—280	190—290	195—300	201—309	206—319	211—329	216—339	221—349	227—358	232—368	237—378
	177—288	181—299	186—309	191—319	196—329	200—340	205—350	210—360	215—370	220—380	225—390
	171—294	176—304	180—315	184—326	189—336	194—346	198—357	203—367	207—378	212—388	216—399
16	220—308	226—318	232—328	238—338	244—348	250—358	256—368	262—378	268—388	274—398	280—408
	212—316	217—327	223—337	229—347	234—358	240—368	245—379	251—389	257—399	262—410	268—420
	202—326	208—336	213—347	218—358	223—369	228—380	234—390	239—401	244—412	249—423	255—433
	196—332	201—343	206—354	211—365	216—376	221—387	226—398	231—409	236—420	241—431	245—443
17	249—346	256—356	262—367	268—378	275—388	281—399	288—409	294—420	301—430	307—441	314—451
	240—355	246—366	252—377	258—388	264—399	271—409	277—420	283—431	289—442	295—453	301—464
	230—365	236—376	241—388	247—399	253—410	258—422	264—433	269—445	275—456	281—467	286—479
	223—372	229—383	234—395	239—407	245—418	250—430	255—442	261—453	266—465	271—477	277—488
18	280—386	287—397	294—408	301—419	308—430	315—441	322—452	329—463	336—474	342—486	349—497
	271—395	277—407	284—418	290—430	297—441	303—453	310—464	316—476	323—487	329—499	336—510
	260—406	266—418	272—430	278—442	284—454	290—466	296—478	302—490	308—502	314—514	320—526
	252—414	258—426	264—438	269—451	275—463	281—475	287—487	292—500	298—512	304—524	310—536
19	314—427	321—439	328—451	336—462	343—474	350—486	358—497	365—509	372—521	380—532	387—544
	303—438	310—450	317—462	324—474	331—486	338—498	345—510	351—523	358—535	365—547	372—559
	291—450	297—463	304—475	310—488	317—500	323—513	330—525	336—538	343—550	349—563	356—575
	283—458	289—471	295—484	301—497	307—510	314—522	320—535	326—548	332—561	338—574	344—587
20	349—471	356—484	364—496	372—508	380—520	387—533	395—545	403—557	411—569	419—581	426—594
	337—483	345—495	352—508	359—521	367—533	374—546	381—559	389—571	396—584	403—597	411—609
	324—496	331—509	338—522	345—535	352—548	359—561	365—575	372—588	379—601	386—614	393—627
	316—504	322—518	329—531	335—545	342—558	348—572	355—585	361—599	368—612	374—626	381—639

表 26 多组秩和检验H临界值表(Kruskal-Wallis检验)

n	n_1	n_2	n_3	临界值	
				P=0.05	P=0.01
7	3	2	2	4.71	
	3	3	1	5.14	
8	3	3	2	5.36	
	4	2	2	5.33	
	4	3	1	5.21	
	5	2	1	5.00	
9	3	3	3	5.60	7.20
	4	3	2	5.44	6.44
	4	4	1	4.97	6.67
	5	2	2	5.16	6.53
	5	3	1	4.96	
10	4	3	3	5.73	6.75
	4	4	2	5.45	7.04
	5	3	2	5.25	6.82
	5	4	1	4.99	6.95
11	4	4	3	5.60	7.14
	5	3	3	5.65	7.08
	5	4	2	5.27	7.12
	5	5	1	5.13	7.31
12	4	4	4	5.69	7.65
	5	4	3	5.63	7.44
	5	5	2	5.34	7.27
13	5	4	4	5.62	7.76
	5	5	3	5.71	7.54
14	5	5	4	5.64	7.79
15	5	5	5	5.78	7.98

表 27 Friedman检验临界值表

(P=0.05)

配伍组数(区组)	处理组数,t													
b	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2			20	38	64	96	138	192	258	336	429	538	664	808
3		18	37	64	104	153	223	311	416	542	681	865	1 063	1 292
4		26	52	89	144	217	311	429	574	747	950	1 189	1 460	1 770
5		32	65	113	183	277	396	547	731	950	1 210	1 512	1 859	2 254
6	18	42	76	137	222	336	482	664	887	1 155	1 469	1 831	2 253	2 738
7	24.5	50	92	167	272	412	591	815	1 086	1 410	1 791	2 233	2 740	3 316
8	32	50	105	190	310	471	676	931	1 241	1 612	2 047	2 552	3 131	3 790
9	24.5	56	118	214	349	529	760	1 047	1 396	1 813	2 302	2 871	3 523	4 264
10	32	62	131	238	388	588	845	1 164	1 551	2 014	2 558	3 189	3 914	4 737
11	40.5	66	144	261	427	647	929	1 280	1 706	2 216	2 814	3 508	4 305	5 211
12	32	72	157	285	465	706	1 013	1 396	1 862	2 417	3 070	3 827	4 697	5 685
13	40.5	78	170	309	504	764	1 098	1 512	2 017	2 618	3 326	4 148	5 088	6 159
14	50	84	183	333	543	823	1 182	1 629	2 172	2 820	3 581	4 465	5 479	6 632
15	40.5	90	196	356	582	832	1 267	1 745	2 327	3 021	3 837	4 784	5 871	7 106

表 28　秩和检验χ_r^2临界值表

n	k=3		k=4	
P:	0.05	0.01	0.05	0.01
2			6.00	
3	6.00		7.40	9.00
4	6.50	8.00	7.80	9.60
5	6.40	8.40	7.80	9.96
6	7.00	9.00	7.60	10.20
7	7.14	8.86	7.80	10.37
8	6.25	9.00	7.65	10.35
9	6.22	8.67		
10	6.20	9.60		
11	6.55	9.46		
12	6.17	9.50		
13	6.00	9.39		
14	6.14	9.00		
15	6.40	8.93		

摘自 Owen DB: Handbook of Statistical Tables, p 408, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1962

表 29　正态性检验(Agostino法)

D临界值表(α=0.05)

n	下限值	上限值	n	下限值	上限值
10	0.251 3	0.284 9	80	0.273 4	0.286 3
12	0.254 4	0.285 4	90	0.274 0	0.286 2
14	0.256 8	0.285 8	100	0.274 5	0.286 0
16	0.258 7	0.286 0	120	0.275 2	0.285 8
18	0.260 3	0.286 2	140	0.275 8	0.285 6
20	0.261 7	0.286 3	160	0.276 3	0.285 5
22	0.262 9	0.286 4	180	0.276 7	0.285 4
24	0.263 8	0.286 5	200	0.277 0	0.285 3
26	0.264 7	0.286 6	250	0.277 6	0.285 0
28	0.265 5	0.286 6	300	0.278 1	0.284 8
30	0.266 2	0.286 6	350	0.278 4	0.284 7
32	0.266 8	0.286 7	400	0.278 7	0.284 5
34	0.267 4	0.286 7	450	0.278 9	0.284 4
36	0.267 9	0.286 7	500	0.279 1	0.284 3
38	0.268 3	0.286 7	600	0.279 4	0.284 2
40	0.268 8	0.286 7	700	0.279 6	0.284 0
42	0.269 1	0.286 7	800	0.279 8	0.283 9
44	0.269 5	0.286 7	900	0.279 9	0.283 8
46	0.269 8	0.286 6	1 000	0.280 0	0.283 8
48	0.270 2	0.286 6	1 250	0.280 3	0.283 6
50	0.270 5	0.286 6	1 500	0.280 5	0.283 5
60	0.271 7	0.286 5	1 750	0.280 6	0.283 4
70	0.272 6	0.286 4	2 000	0.280 7	0.283 3

表 30　正态性检验W临界值表

样本含量 n	p 0.05	0.10	0.50	0.90
3	0.767	0.789	0.959	0.998
4	0.748	0.792	0.935	0.987
5	0.762	0.806	0.927	0.979
6	0.788	0.826	0.927	0.974
7	0.803	0.838	0.928	0.972
8	0.818	0.851	0.932	0.972
9	0.829	0.859	0.935	0.972
10	0.842	0.869	0.938	0.972
11	0.850	0.876	0.940	0.973
12	0.859	0.883	0.943	0.973
13	0.866	0.889	0.945	0.974
14	0.874	0.895	0.947	0.975
15	0.881	0.901	0.950	0.975
16	0.887	0.906	0.952	0.976
17	0.892	0.910	0.954	0.977
18	0.897	0.914	0.956	0.978
19	0.901	0.917	0.957	0.978
20	0.905	0.920	0.959	0.979
21	0.908	0.923	0.960	0.980
22	0.911	0.926	0.961	0.980
23	0.914	0.928	0.962	0.981
24	0.916	0.930	0.963	0.981
25	0.918	0.931	0.964	0.981
26	0.920	0.933	0.965	0.982
27	0.923	0.935	0.965	0.982
28	0.924	0.936	0.966	0.982
29	0.926	0.937	0.966	0.982
30	0.927	0.939	0.967	0.983
31	0.929	0.940	0.967	0.983
32	0.930	0.941	0.968	0.983
33	0.931	0.942	0.968	0.983
34	0.933	0.943	0.969	0.983
35	0.934	0.944	0.969	0.984
36	0.935	0.945	0.970	0.984
37	0.936	0.946	0.970	0.984
38	0.938	0.947	0.971	0.984
39	0.939	0.948	0.971	0.984
40	0.940	0.949	0.972	0.985
41	0.941	0.950	0.972	0.985
42	0.942	0.951	0.972	0.985
43	0.943	0.951	0.973	0.985
44	0.944	0.952	0.973	0.985
45	0.945	0.953	0.973	0.985
46	0.945	0.953	0.974	0.985
47	0.946	0.954	0.974	0.985
48	0.947	0.954	0.974	0.985
49	0.947	0.955	0.974	0.985
50	0.947	0.955	0.974	0.985

录自 Shapiro SS, Wilk MB: Analysis of variance test for normality (complete sample), Biometrika 52 (3 and 4): 591—611, 1965

表31　正态性W检验系数a_i表

i \ n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.707 1	0.707 1	0.687 2	0.664 6	0.643 1	0.623 3	0.605 2	0.588 8	0.573 9	
2		0.000 0	0.167 7	0.241 3	0.280 6	0.303 1	0.316 1	0.324 4	0.329 1	
3				0.000 0	0.087 5	0.140 1	0.174 3	0.197 6	0.214 1	
4						0.000 0	0.056 1	0.094 7	0.122 4	
5								0.000 0	0.039 9	
i \ n	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	0.560 1	0.547 5	0.535 9	0.525 1	0.515 0	0.505 6	0.496 8	0.488 6	0.480 8	0.473 4
2	0.331 5	0.332 5	0.332 5	0.331 8	0.330 6	0.329 0	0.327 3	0.325 3	0.323 2	0.321 1
3	0.226 0	0.234 7	0.241 2	0.246 0	0.249 5	0.252 1	0.254 0	0.255 3	0.256 1	0.256 5
4	0.142 9	0.158 6	0.170 7	0.180 2	0.187 8	0.193 9	0.198 8	0.202 7	0.205 9	0.208 5
5	0.069 5	0.092 2	0.109 9	0.124 0	0.135 3	0.144 7	0.152 4	0.158 7	0.164 1	0.168 6
6	0.000 0	0.030 3	0.053 9	0.072 7	0.088 0	0.100 5	0.110 9	0.119 7	0.127 1	0.133 4
7			0.000 0	0.024 0	0.043 3	0.059 3	0.072 5	0.083 7	0.093 2	0.101 3
8					0.000 0	0.019 6	0.035 9	0.049 6	0.061 2	0.071 1
9							0.000 0	0.016 3	0.030 3	0.042 2
10									0.000 0	0.014 0
i \ n	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
1	0.464 3	0.459 0	0.454 2	0.449 3	0.445 0	0.440 7	0.436 6	0.432 8	0.429 1	0.425 4
2	0.318 5	0.315 6	0.312 6	0.309 8	0.306 9	0.304 3	0.301 8	0.299 2	0.296 8	0.294 4
3	0.257 8	0.257 1	0.256 3	0.255 4	0.254 3	0.253 3	0.252 2	0.251 0	0.249 9	0.248 7
4	0.211 9	0.213 1	0.213 9	0.214 5	0.214 8	0.215 1	0.215 2	0.215 1	0.215 0	0.214 8
5	0.173 6	0.176 4	0.178 7	0.180 7	0.182 2	0.183 6	0.184 8	0.185 7	0.186 4	0.187 0
6	0.139 9	0.144 3	0.148 0	0.151 2	0.153 9	0.156 3	0.158 4	0.160 1	0.161 6	0.163 0
7	0.109 2	0.115 0	0.120 1	0.124 5	0.128 3	0.131 6	0.134 6	0.137 2	0.139 5	0.141 5
8	0.080 4	0.087 8	0.094 1	0.099 7	0.104 6	0.108 9	0.112 8	0.116 2	0.119 2	0.121 9
9	0.053 0	0.061 8	0.069 6	0.076 4	0.082 3	0.087 6	0.092 3	0.096 5	0.100 2	0.103 6
10	0.026 3	0.036 8	0.045 9	0.053 9	0.061 0	0.067 2	0.072 8	0.077 8	0.082 2	0.086 2
11	0.000 0	0.012 2	0.022 8	0.032 1	0.040 3	0.047 6	0.054 0	0.059 8	0.065 0	0.069 7
12			0.000 0	0.010 7	0.020 0	0.028 4	0.035 8	0.042 4	0.048 3	0.053 7
13					0.000 0	0.009 4	0.017 8	0.025 3	0.032 0	0.038 1
14							0.000 0	0.008 4	0.015 9	0.022 7
15									0.000 0	0.007 6
i \ n	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
1	0.422 0	0.418 8	0.415 6	0.412 7	0.409 6	0.406 8	0.404 0	0.401 5	0.398 9	0.396 4
2	0.292 1	0.289 8	0.287 6	0.285 4	0.283 4	0.281 3	0.279 4	0.277 4	0.275 5	0.273 7
3	0.247 5	0.246 3	0.245 1	0.243 9	0.242 7	0.241 5	0.240 3	0.239 1	0.238 0	0.236 8
4	0.214 5	0.214 1	0.213 7	0.213 2	0.212 7	0.212 1	0.211 6	0.211 0	0.210 4	0.209 8
5	0.187 4	0.187 8	0.188 0	0.188 2	0.188 3	0.188 3	0.188 3	0.188 1	0.188 0	0.187 8
6	0.164 1	0.165 1	0.166 0	0.166 7	0.167 3	0.167 8	0.168 3	0.168 6	0.168 9	0.169 1
7	0.143 3	0.144 9	0.146 3	0.147 5	0.148 7	0.149 6	0.150 5	0.151 3	0.152 0	0.152 6
8	0.124 3	0.126 5	0.128 4	0.130 1	0.131 7	0.133 1	0.134 4	0.135 6	0.136 6	0.137 6
9	0.106 6	0.109 3	0.111 8	0.114 0	0.116 0	0.117 9	0.119 6	0.121 1	0.122 5	0.123 7
10	0.089 9	0.093 1	0.096 1	0.098 8	0.101 3	0.103 6	0.105 6	0.107 5	0.109 2	0.110 8
11	0.073 9	0.077 7	0.081 2	0.084 4	0.087 3	0.090 0	0.092 4	0.094 7	0.096 7	0.098 6
12	0.058 5	0.062 9	0.066 9	0.070 6	0.073 9	0.077 0	0.079 8	0.082 4	0.084 8	0.087 0
13	0.043 5	0.048 5	0.053 0	0.057 2	0.061 0	0.064 5	0.067 7	0.070 6	0.073 3	0.075 9

续表

i \ n	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
14	0.028 9	0.034 4	0.039 5	0.044 1	0.048 4	0.052 3	0.055 9	0.059 2	0.062 2	0.065 1
15	0.014 4	0.020 6	0.026 2	0.031 4	0.036 1	0.040 4	0.044 4	0.048 1	0.051 5	0.054 6
16	0.000 0	0.006 8	0.013 1	0.018 7	0.023 9	0.028 7	0.033 1	0.037 2	0.040 9	0.044 4
17			0.000 0	0.006 2	0.011 9	0.017 2	0.022 0	0.026 4	0.030 5	0.034 3
18					0.000 0	0.005 7	0.011 0	0.015 8	0.020 3	0.024 4
19							0.000 0	0.005 3	0.010 1	0.014 6
20									0.000 0	0.004 9

i \ n	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0.394 0	0.391 7	0.389 4	0.387 2	0.385 0	0.383 0	0.380 8	0.378 9	0.377 0	0.375 1
2	0.271 9	0.270 1	0.268 4	0.266 7	0.265 1	0.263 5	0.262 0	0.260 4	0.258 9	0.257 4
3	0.235 7	0.234 5	0.233 4	0.232 3	0.231 3	0.230 2	0.229 1	0.228 1	0.227 1	0.226 0
4	0.209 1	0.208 5	0.207 8	0.207 2	0.206 5	0.205 8	0.205 2	0.204 5	0.203 8	0.203 2
5	0.187 6	0.187 4	0.187 1	0.186 8	0.186 5	0.186 2	0.185 9	0.185 5	0.185 1	0.184 7
6	0.169 3	0.169 4	0.169 5	0.169 5	0.169 5	0.169 5	0.169 5	0.169 3	0.169 2	0.169 1
7	0.153 1	0.153 5	0.153 9	0.154 2	0.154 5	0.154 8	0.155 0	0.155 1	0.155 3	0.155 4
8	0.138 4	0.139 2	0.139 8	0.140 5	0.141 0	0.141 5	0.142 0	0.142 3	0.142 7	0.143 0
9	0.124 9	0.125 9	0.126 9	0.127 8	0.128 6	0.129 3	0.130 0	0.130 6	0.131 2	0.131 7
10	0.112 3	0.113 6	0.114 9	0.116 0	0.117 0	0.118 0	0.118 9	0.119 7	0.120 5	0.121 2
11	0.100 4	0.102 0	0.103 5	0.104 9	0.106 2	0.107 3	0.108 5	0.109 5	0.110 5	0.111 3
12	0.089 1	0.090 9	0.092 7	0.094 3	0.095 9	0.097 2	0.098 6	0.099 8	0.101 0	0.102 0
13	0.078 2	0.080 4	0.082 4	0.084 2	0.086 0	0.087 6	0.089 2	0.090 6	0.091 9	0.093 2
14	0.067 7	0.070 1	0.072 4	0.074 5	0.076 5	0.078 3	0.080 1	0.081 7	0.083 2	0.084 6
15	0.057 5	0.060 2	0.062 8	0.065 1	0.067 3	0.069 4	0.071 3	0.073 1	0.074 8	0.076 4
16	0.047 6	0.050 6	0.053 4	0.056 0	0.058 4	0.060 7	0.062 8	0.064 8	0.066 7	0.068 5
17	0.037 9	0.041 1	0.044 2	0.047 1	0.049 7	0.052 2	0.054 6	0.056 8	0.058 8	0.060 8
18	0.028 3	0.031 8	0.035 2	0.038 3	0.041 2	0.043 9	0.046 5	0.048 9	0.051 1	0.053 2
19	0.018 8	0.022 7	0.026 3	0.029 6	0.032 8	0.035 7	0.038 5	0.041 1	0.043 6	0.045 9
20	0.009 4	0.013 6	0.017 5	0.021 1	0.024 5	0.027 7	0.030 7	0.033 5	0.036 1	0.038 6
21	0.000 0	0.004 5	0.008 7	0.012 6	0.016 3	0.019 7	0.022 9	0.025 9	0.028 8	0.031 4
22			0.000 0	0.004 2	0.008 1	0.011 8	0.015 3	0.018 5	0.021 5	0.024 4
23					0.000 0	0.003 9	0.007 6	0.011 1	0.014 3	0.017 4
24							0.000 0	0.003 7	0.007 1	0.010 4
25									0.000 0	0.003 5

录自 Shapiro SS, Wilk MB: Analysis of variance test for normality (complete sample), Biometrika, 52(3 and 4): 591－611, 1965

表 32 柯尔莫哥洛夫-西米诺夫拟合优度检验D临界值表

n	$D_{0.10}$	$D_{0.05}$	n	$D_{0.10}$	$D_{0.05}$	n	$D_{0.10}$	$D_{0.05}$	n	$D_{0.10}$	$D_{0.05}$
3	0.636	0.708	13	0.325	0.361	23	0.247	0.275	33	0.208	0.231
4	0.565	0.624	14	0.314	0.349	24	0.242	0.269	34	0.205	0.227
5	0.509	0.563	15	0.304	0.338	25	0.238	0.264	35	0.202	0.224
6	0.468	0.519	16	0.295	0.327	26	0.233	0.259	36	0.199	0.221
7	0.436	0.483	17	0.286	0.318	27	0.229	0.254	37	0.196	0.218
8	0.410	0.454	18	0.278	0.309	28	0.225	0.250	38	0.194	0.215
9	0.387	0.430	19	0.271	0.301	29	0.221	0.246	39	0.191	0.213
10	0.369	0.409	20	0.265	0.294	30	0.218	0.242	40	0.189	0.210
11	0.352	0.391	21	0.259	0.287	31	0.214	0.238	50	0.170	0.188
12	0.338	0.375	22	0.253	0.281	32	0.211	0.234	100	0.121	0.134

摘自 Miller, L.H.: Table of percentage points of Kolmogorov statistics. J. Amer. Statist. Assoc. 51 (1956), 111-121, 113-115, part of Table 1

表 33 游程检验的游程个数r临界值表

(P=0.01)

下限

n_1/n_2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	2														
6	2	2	3												
7	2	3	3	3											
8	3	3	3	3											
9	3	3	3	4	4										
10	3	3	4	4	5	5									
11	3	4	4	5	5	5	6								
12	3	4	4	5	5	6	6	6							
13	3	4	5	5	5	6	6	7							
14	4	4	5	5	6	6	7	7	7						
15	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8					
16	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9				
17	4	5	5	6	7	7	8	8	8	9	9	10			
18	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11		
19	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	
20	4	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12

上限

n_1/n_2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	11														
6	12														
7	13	13													
8	13	14	15												
9		15	15	16											
10		15	16	17	17										
11		15	16	17	18	19									
12			17	18	19	19	20								
13			17	18	19	20	21	21							
14			17	18	19	20	21	22	23						
15				19	20	21	22	22	23	24					
16				19	20	21	22	23	24	24	25				
17				19	20	22	22	23	24	25	26	26			
18					21	22	23	24	25	25	26	27	27		
19					21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	
20					21	22	23	24	25	26	27	28	29	29	30

P=0.05

下限

n_1/n_2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5			2	2															
6		2	2	3	3														
7		2	2	3	3	3													
8		2	3	3	3	4	4												
9		2	3	3	4	4	5	5											
10		2	3	3	4	5	5	5	6										
11		2	3	4	4	5	5	6	6	7									
12	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7								
13	2	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8							
14	2	2	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9						
15	2	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10					
16	2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11				
17	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11			
18	2	3	4	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12		
19	2	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	
20	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	13	14

上限

n_1/n_2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	9	10															
6	9	10	11														
7		11	12	13													
8		11	12	13	14												
9			13	14	14	15											
10			13	14	15	16	16										
11			13	14	15	16	17	17									
12			13	14	16	16	17	18	19								
13				15	16	17	18	19	19	20							
14				15	16	17	18	19	20	20	21						
15				15	16	18	18	19	20	21	22	22					
16					17	18	19	20	21	21	22	23	23				
17					17	18	19	20	21	22	23	23	24	25			
18					17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26		
19					17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	
20					17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28

表 34 最长游程长度L临界值表

n	P<0.05	P<0.01
5	4	
6—7	4	5
8—9	5	5
10—26	5	6
27—34	6	6
35—100	6	7

摘自山内二郎:统计数值表,304,JSA-1972

表 35 连续变量差均方Δ^2与方差S^2比值的临界值表(Δ^2/S^2的临界值表)

n	0.1%	1%	5%	n	0.1%	1%	5%
4	0.589 8	0.625 6	0.780 5	33	1.005 5	1.228 3	1.443 4
5	0.416 1	0.537 9	0.820 4	34	1.018 0	1.238 6	1.451 1
6	0.363 4	0.561 5	0.890 2	35	1.030 0	1.248 5	1.458 5
7	0.369 5	0.614 0	0.935 9	36	1.041 6	1.258 1	1.465 6
8	0.403 6	0.662 8	0.982 5	37	1.052 9	1.267 3	1.472 6
9	0.442 0	0.708 8	1.024 4	38	1.063 9	1.276 3	1.479 3
10	0.481 6	0.751 8	1.062 3	39	1.074 6	1.285 0	1.485 8
11	0.519 7	0.791 5	1.096 5	40	1.085 0	1.293 4	1.492 1
12	0.555 7	0.828 0	1.127 6	41	1.095 0	1.301 7	1.498 2
13	0.589 8	0.861 8	1.155 8	42	1.104 8	1.309 6	1.504 1
14	0.622 3	0.893 1	1.181 6	43	1.114 2	1.317 2	1.509 8
15	0.653 2	0.922 1	1.205 3	44	1.123 3	1.324 6	1.515 4
16	0.682 6	0.949 1	1.227 2	45	1.132 0	1.331 7	1.520 6
17	0.710 4	0.974 3	1.247 3	46	1.140 4	1.338 7	1.525 7
18	0.736 8	0.997 9	1.266 0	47	1.148 4	1.345 3	1.530 5
19	0.761 7	1.019 9	1.283 4	48	1.156 1	1.351 5	1.535 1
20	0.785 2	1.040 6	1.299 6	49	1.163 5	1.357 3	1.539 5
21	0.807 3	1.060 1	1.314 8	50	1.170 5	1.362 9	1.543 7
22	0.828 3	1.078 5	1.329 0	51	1.177 1	1.368 3	1.547 7
23	0.848 1	1.095 8	1.342 5	52	1.184 3	1.373 8	1.551 8
24	0.866 8	1.112 2	1.355 2	53	1.191 0	1.379 2	1.555 7
25	0.884 6	1.127 8	1.367 1	54	1.197 6	1.384 6	1.559 6
26	0.901 7	1.142 6	1.378 5	55	1.204 1	1.389 9	1.563 4
27	0.918 2	1.156 7	1.389 2	56	1.210 4	1.394 9	1.567 0
28	0.934 1	1.170 2	1.399 4	57	1.216 6	1.399 9	1.570 7
29	0.949 6	1.183 0	1.409 1	58	1.222 7	1.404 8	1.574 3
30	0.964 5	1.195 1	1.418 3	59	1.228 8	1.409 6	1.577 9
31	0.978 9	1.206 7	1.427 0	60	1.234 9	1.414 4	1.581 4
32	0.992 5	1.217 7	1.435 4	∞	2.000 0	2.000 0	2.000 0

摘自 Hart, B. I.: Significance levels for the ratio of the mean square successive difference to the variance. Ann. Math. Statist. 13(1942), 445-447

表 36 圆分布r临界值表

n	P		n	P	
	0.05	0.01		0.05	0.01
6	0.691 0	0.822 4	25	0.344 4	0.423 5
7	0.641 9	0.769 3	26	0.337 8	0.415 4
8	0.602 0	0.725 0	27	0.331 5	0.407 9
9	0.568 6	0.687 3	28	0.325 6	0.400 7
10	0.540 3	0.654 9	29	0.320 0	0.393 9
11	0.515 8	0.626 6	30	0.314 7	0.387 4
12	0.494 3	0.601 7	32	0.304 8	0.375 4
13	0.475 3	0.579 5	34	0.295 7	0.364 4
14	0.458 4	0.559 5	36	0.287 5	0.354 4
15	0.443 1	0.541 5	38	0.279 8	0.345 1
16	0.429 3	0.525 1	40	0.272 8	0.336 5
17	0.416 6	0.510 1	42	0.266 3	0.328 5
18	0.405 1	0.496 3	44	0.260 2	0.321 1
19	0.394 4	0.483 6	46	0.254 5	0.314 1
20	0.384 6	0.471 8	48	0.249 2	0.307 6
21	0.375 4	0.460 8	50	0.244 2	0.301 5
22	0.366 9	0.450 5	55	0.232 9	0.287 6
23	0.358 9	0.440 9	60	0.223 0	0.275 5
24	0.351 4	0.431 9	65	0.214 3	0.264 8

续表

n	P 0.05	P 0.01	n	P 0.05	P 0.01
70	0.206 5	0.255 3	140	0.146 2	0.180 9
75	0.199 5	0.246 7	160	0.136 7	0.169 3
80	0.193 2	0.238 9	180	0.128 9	0.159 7
90	0.182 2	0.225 4	200	0.122 3	0.151 5
100	0.172 9	0.213 9	300	0.099 9	0.123 8
120	0.157 8	0.195 4	500	0.077 4	0.095 9

摘自 Zar JH: Biostatistical Analysis, p 569, Prentice-Hall, Inc, 1974

表 37　Watson-Williams检验校正因子K

r	K	r	K	r	K	r	K
0.00		0.25	1.726 1	0.50	1.323 5	0.75	1.158 3
0.01	19.750 0	0.26	1.696 2	0.51	1.314 8	0.76	1.152 8
0.02	10.372 7	0.27	1.668 5	0.52	1.306 5	0.77	1.147 2
0.03	7.246 9	0.28	1.642 7	0.53	1.298 4	0.78	1.141 7
0.04	5.684 0	0.29	1.618 6	0.54	1.290 5	0.79	1.136 2
0.05	4.745 1	0.30	1.596 0	0.55	1.282 9	0.80	1.130 6
0.06	4.119 3	0.31	1.574 8	0.56	1.275 4	0.81	1.125 0
0.07	3.672 1	0.32	1.554 8	0.57	1.268 2	0.82	1.119 3
0.08	3.336 3	0.33	1.536 0	0.58	1.261 1	0.83	1.113 6
0.09	3.074 9	0.34	1.518 3	0.59	1.254 2	0.84	1.107 8
0.10	2.865 6	0.35	1.501 5	0.60	1.247 4	0.85	1.101 9
0.11	2.694 2	0.36	1.485 5	0.61	1.240 8	0.86	1.095 9
0.12	2.551 2	0.37	1.470 3	0.62	1.234 3	0.87	1.089 8
0.13	2.430 0	0.38	1.455 9	0.63	1.228 0	0.88	1.083 5
0.14	2.326 1	0.39	1.442 2	0.64	1.221 7	0.89	1.077 2
0.15	2.235 8	0.40	1.429 0	0.65	1.215 6	0.90	1.070 7
0.16	2.156 7	0.41	1.416 5	0.66	1.209 6	0.91	1.064 1
0.17	2.086 9	0.42	1.404 4	0.67	1.203 6	0.92	1.057 3
0.18	2.024 6	0.43	1.392 9	0.68	1.197 7	0.93	1.050 5
0.19	1.968 8	0.44	1.381 8	0.69	1.192 0	0.94	1.043 6
0.20	1.918 5	0.45	1.371 2	0.70	1.186 2	0.95	1.036 5
0.21	1.872 9	0.46	1.361 0	0.71	1.180 6	0.96	1.029 4
0.22	1.831 3	0.47	1.351 1	0.72	1.174 9	0.97	1.022 2
0.23	1.793 3	0.48	1.341 6	0.73	1.169 4	0.98	1.014 9
0.24	1.758 3	0.49	1.332 4	0.74	1.163 8	0.99	1.007 5
						1.00	1.000 0

录自 Zar JH: Biostatistical Analysis, p 574. Prentice-Hall, Inc., 1974

表 38　Watson-Williams检验用U^2临界值表

n_1	n_2	P 0.05	P 0.01	n_1	n_2	P 0.05	P 0.01
4	4			4	12	0.203 1	0.260 4
4	5			4	13	0.185 5	0.264 7
4	6	0.216 7		4	14	0.193 1	0.268 5
4	7	0.227 3		4	15	0.180 7	0.271 9
4	8	0.236 1		4	16	0.183 6	0.275 0
4	9	0.243 6		4	17	0.183 9	0.277 8
4	10	0.201 8		4	18	0.181 8	0.248 1
4	11	0.194 9		4	19	0.179 6	0.251 7

续表

n_1	n_2	P 0.05	P 0.01
4	20	0.184 2	0.245 1
4	21	0.181 9	0.248 6
4	22	0.182 3	0.251 7
4	23	0.181 4	0.239 4
4	24	0.179 7	0.241 1
4	25	0.181 4	0.244 1
4	26	0.181 6	0.239 6
4	27	0.178 6	0.236 0
4	28	0.177 5	0.238 8
4	29	0.179 4	0.236 9
4	30	0.179 7	0.239 5
5	5	0.225 0	
5	6	0.242 4	
5	7	0.199 8	
5	8	0.215 4	
5	9	0.190 9	0.279 8
5	10	0.195 6	0.288 9
5	11	0.190 1	0.296 9
5	12	0.186 3	0.260 8
5	13	0.183 7	0.269 2
5	14	0.182 0	0.257 1
5	15	0.183 5	0.251 5
5	16	0.182 5	0.255 2
5	17	0.182 0	0.247 2
5	18	0.179 7	0.246 4
5	19	0.182 4	0.252 6
5	20	0.182 4	0.241 6
5	21	0.181 0	0.244 8
5	22	0.182 0	0.242 6
5	23	0.181 1	0.245 1
5	24	0.181 0	0.243 7
5	25	0.181 0	0.246 1
5	26	0.180 6	0.244 7
5	27	0.180 4	0.244 3
5	28	0.180 2	0.241 7
5	29	0.180 2	0.244 3
5	30	0.180 2	0.241 9
6	6	0.206 0	
6	7	0.194 1	0.282 1
6	8	0.196 4	0.297 6
6	9	0.192 6	0.261 7
6	10	0.189 6	0.247 9
6	11	0.187 2	0.262 0
6	12	0.182 9	0.259 3
6	13	0.184 9	0.249 7
6	14	0.183 9	0.250 6
6	15	0.185 2	0.248 7
6	16	0.182 3	0.250 0
6	17	0.183 3	0.247 2
6	18	0.184 0	0.246 1
6	19	0.183 2	0.249 8
6	20	0.182 4	0.249 0
6	21	0.183 4	0.247 5
6	22	0.182 4	0.247 3
7	7	0.198 6	0.303 6
7	8	0.181 7	0.272 2
7	9	0.181 8	0.255 2
7	10	0.186 6	0.262 2
7	11	0.183 9	0.253 2
7	12	0.185 5	0.251 9
7	13	0.184 2	0.252 3
7	14	0.184 0	0.253 0
7	15	0.184 5	0.250 3
7	16	0.184 8	0.250 8
7	17	0.182 7	0.250 0
7	18	0.184 1	0.250 2
7	20	0.183 2	0.249 9
8	8	0.183 6	0.250 0
8	9	0.186 3	0.258 2
8	10	0.185 2	0.249 1
8	11	0.184 2	0.252 4
8	12	0.185 4	0.252 1
8	13	0.185 3	0.253 1
8	14	0.185 5	0.251 6
8	15	0.185 5	0.250 7
8	16	0.185 4	0.253 1
9	9	0.186 7	0.266 3
9	10	0.186 0	0.253 8
9	11	0.184 5	0.255 2
9	12	0.185 2	0.254 0
9	13	0.185 0	0.252 6
9	14	0.184 3	0.252 6
9	15	0.185 0	0.254 1
10	10	0.185 0	0.254 5
10	11	0.185 6	0.254 8
10	12	0.184 8	0.254 5
10	13	0.185 3	0.254 2
∞	∞	0.186 9	0.268 4

摘自 Zar JH: Biostatistical Analysis, p 575, Prentice-Hall, Inc., 1974

表39 相关系数r的$\dot{Z}$值变换表

$\dot{Z}=\frac{1}{2}\ln\frac{1+r}{1-r}$

r	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000 00	0.010 00	0.020 00	0.030 01	0.040 02	0.050 04	0.060 07	0.070 12	0.080 17	0.090 24
0.1	0.100 34	0.110 45	0.120 58	0.130 74	0.140 93	0.151 14	0.161 39	0.171 67	0.181 98	0.192 34
0.2	0.202 73	0.213 17	0.223 66	0.234 19	0.244 77	0.255 41	0.266 11	0.276 86	0.287 68	0.298 57
0.3	0.309 52	0.320 55	0.331 65	0.342 83	0.354 09	0.365 44	0.376 89	0.388 42	0.400 06	0.411 80
0.4	0.423 65	0.435 61	0.447 69	0.459 90	0.472 23	0.484 70	0.497 31	0.510 07	0.522 98	0.536 06
0.5	0.549 31	0.562 73	0.576 34	0.590 14	0.604 15	0.618 38	0.632 83	0.647 52	0.662 46	0.677 67
0.6	0.693 15	0.708 92	0.725 00	0.741 42	0.758 17	0.775 30	0.792 81	0.810 74	0.829 11	0.847 95
0.7	0.867 30	0.887 18	0.907 64	0.928 73	0.950 48	0.972 95	0.996 21	1.020 33	1.045 37	1.071 43
0.8	1.098 61	1.127 03	1.156 82	1.188 13	1.221 17	1.256 15	1.293 34	1.333 08	1.375 77	1.421 92
0.9	1.472 22	1.527 52	1.589 02	1.658 39	1.738 05	1.831 78	1.945 91	2.092 29	2.297 56	2.646 65

$\dot{Z}$呈正态分布，其标准误为$1/\sqrt{n-3}$

表40 相关系数r的临界值表

(原假设P=0)

DF	双侧检验		
	5%	1%	0.1%
1	0.996 9	A*	B*
2	0.950 0	0.990 0	0.999 0
3	0.878 3	0.958 7	0.991 1
4	0.811	0.917	0.974
5	0.754	0.875	0.951
6	0.707	0.834	0.925
7	0.666	0.798	0.898
8	0.632	0.765	0.872
9	0.602	0.735	0.847
10	0.576	0.708	0.823
11	0.553	0.604	0.801
12	0.532	0.661	0.780
13	0.514	0.641	0.760
14	0.497	0.623	0.742
15	0.482	0.606	0.725
16	0.468	0.590	0.708
17	0.456	0.575	0.693
18	0.444	0.561	0.679
19	0.433	0.549	0.665
20	0.423	0.537	0.652
21	0.413	0.526	0.640
22	0.404	0.515	0.629
23	0.396	0.505	0.618
24	0.388	0.496	0.607
25	0.381	0.487	0.597
26	0.374	0.478	0.588
27	0.367	0.470	0.579
28	0.361	0.463	0.570
29	0.355	0.456	0.562
30	0.349	0.449	0.554
35	0.325	0.418	0.519

续表

DF	双侧检验		
	5%	1%	0.1%
40	0.304	0.393	0.490
50	0.273	0.354	0.443
60	0.250	0.325	0.408
70	0.232	0.302	0.380
80	0.217	0.283	0.357
90	0.205	0.267	0.338
100	0.195	0.254	0.321
120	0.178	0.232	0.294
150	0.159	0.208	0.263
200	0.138	0.181	0.230
250	0.124	0.162	0.206
300	0.113	0.148	0.188
350	0.105	0.137	0.175
400	0.097 8	0.128	0.164
500	0.087 5	0.115	0.146
700	0.074 0	0.097 2	0.124
1 000	0.061 9	0.081 3	0.104
1 500	0.050 5	0.066 4	0.084 7
2 000	0.043 8	0.057 5	0.073 4
A*=0.999 877		B*=0.999 998 77	

表 41 Spearman等级相关系数临界值表

(H_0: $\sigma_s=0$)

n	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
4	0.600	1.000	1.000						
5	0.500	0.800	0.900	1.000	1.000				
6	0.371	0.657	0.829	0.886	0.943	1.000	1.000		
7	0.321	0.571	0.714	0.786	0.893	0.929	0.964	1.000	1.000
8	0.310	0.524	0.643	0.738	0.833	0.881	0.905	0.952	0.976
9	0.267	0.483	0.600	0.700	0.783	0.833	0.867	0.917	0.933
10	0.248	0.455	0.564	0.648	0.745	0.794	0.830	0.879	0.903
11	0.236	0.427	0.536	0.618	0.709	0.755	0.800	0.845	0.873
12	0.217	0.406	0.503	0.587	0.678	0.727	0.769	0.818	0.846
13	0.209	0.385	0.484	0.560	0.648	0.703	0.747	0.791	0.824
14	0.200	0.367	0.464	0.538	0.626	0.679	0.723	0.771	0.802
15	0.189	0.354	0.446	0.521	0.604	0.654	0.700	0.750	0.779
16	0.182	0.341	0.429	0.503	0.582	0.635	0.679	0.729	0.762
17	0.176	0.328	0.414	0.485	0.566	0.615	0.662	0.713	0.748
18	0.170	0.317	0.401	0.472	0.550	0.600	0.643	0.695	0.728
19	0.165	0.309	0.391	0.460	0.535	0.584	0.628	0.677	0.712
20	0.161	0.299	0.380	0.447	0.520	0.570	0.612	0.662	0.696
21	0.156	0.292	0.370	0.435	0.508	0.556	0.599	0.648	0.681
22	0.152	0.284	0.361	0.425	0.496	0.544	0.586	0.634	0.667
23	0.148	0.278	0.353	0.415	0.486	0.532	0.573	0.622	0.654
24	0.144	0.271	0.344	0.406	0.476	0.521	0.562	0.610	0.642
25	0.142	0.265	0.337	0.398	0.466	0.511	0.551	0.598	0.630
26	0.138	0.259	0.331	0.390	0.457	0.501	0.541	0.587	0.619
27	0.136	0.255	0.324	0.382	0.448	0.491	0.531	0.577	0.608
28	0.133	0.250	0.317	0.375	0.440	0.483	0.522	0.567	0.598
29	0.130	0.245	0.312	0.368	0.433	0.475	0.513	0.558	0.589
30	0.128	0.240	0.306	0.362	0.425	0.467	0.504	0.549	0.580

续表

n	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
31	0.126	0.236	0.301	0.356	0.418	0.459	0.496	0.541	0.571
32	0.124	0.232	0.296	0.350	0.412	0.452	0.489	0.533	0.563
33	0.121	0.229	0.291	0.345	0.405	0.446	0.482	0.525	0.554
34	0.120	0.225	0.287	0.340	0.399	0.439	0.475	0.517	0.547
35	0.118	0.222	0.283	0.335	0.394	0.433	0.468	0.510	0.539
36	0.116	0.219	0.279	0.330	0.388	0.427	0.462	0.504	0.533
37	0.114	0.216	0.275	0.325	0.383	0.421	0.456	0.497	0.526
38	0.113	0.212	0.271	0.321	0.378	0.415	0.450	0.491	0.519
39	0.111	0.210	0.267	0.317	0.373	0.410	0.444	0.485	0.513
40	0.110	0.207	0.264	0.313	0.368	0.405	0.439	0.479	0.507
41	0.108	0.204	0.261	0.309	0.364	0.400	0.433	0.473	0.501
42	0.107	0.202	0.257	0.305	0.359	0.395	0.428	0.468	0.495
43	0.105	0.199	0.254	0.301	0.355	0.391	0.423	0.463	0.490
44	0.104	0.197	0.251	0.298	0.351	0.386	0.419	0.458	0.484
45	0.103	0.194	0.248	0.294	0.347	0.382	0.414	0.453	0.479
46	0.102	0.192	0.246	0.291	0.343	0.378	0.410	0.448	0.474
47	0.101	0.190	0.243	0.288	0.340	0.374	0.405	0.443	0.469
48	0.100	0.188	0.240	0.285	0.336	0.370	0.401	0.439	0.465
49	0.098	0.185	0.238	0.282	0.333	0.366	0.397	0.434	0.460
50	0.097	0.184	0.235	0.279	0.329	0.363	0.393	0.430	0.456

表 42　等级转rankit变换表

等级次序	等级数 (k)						
	2	3	4	5	6	7	8
1	+0.56	+0.85	+1.03	+1.16	+1.27	+1.35	+1.42
2	−0.56	0	+0.30	+0.50	+0.64	+0.76	+0.85
3		−0.85	−0.30	0	+0.20	+0.35	+0.47
4			−1.03	−0.50	−0.20	0	+0.15
5				+1.16	−0.64	−0.35	−0.15
6					−1.27	−0.76	−0.47
7						−1.35	−0.85
8							−1.42

表 43　Shewhart控制图A_2、D_3、D_4表

每组例数 n	A_2	D_3	D_4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777
11	0.285	0.256	1.744
12	0.266	0.284	1.716
13	0.249	0.308	1.692
14	0.235	0.329	1.671
15	0.223	0.348	1.652
16	0.212	0.364	1.636

续表

每组例数 n	A_2	D_3	D_4
17	0.203	0.379	1.621
18	0.194	0.392	1.608
19	0.187	0.404	1.596
20	0.180	0.414	1.586
21	0.173	0.425	1.575
22	0.167	0.434	1.566
23	0.162	0.443	1.557
24	0.157	0.452	1.548
25	0.153	0.459	1.541

摘自 Beyer WH: Handbook of Tables for Probability and Statistics, second edition, p 454, CRC Press, Inc., 1979

表 44　等级相关系数 r_s 临界值表

n	P		n	P	
	0.05	0.01		0.05	0.01
			21	0.267	0.371
			22	0.264	0.359
			23	0.257	0.352
4	1.000	1.000	24	0.246	0.341
5	0.800	1.000	25	0.240	0.333
6	0.733	0.867	26	0.237	0.329
7	0.619	0.810	27	0.231	0.322
8	0.571	0.714	28	0.228	0.312
9	0.500	0.667	29	0.222	0.310
10	0.467	0.600	30	0.218	0.301
11	0.418	0.564	31	0.213	0.295
12	0.394	0.545	32	0.210	0.290
13	0.359	0.513	33	0.205	0.288
14	0.363	0.473	34	0.201	0.280
15	0.333	0.467	35	0.197	0.277
16	0.317	0.433	36	0.194	0.273
17	0.309	0.426	37	0.192	0.267
18	0.294	0.412	38	0.189	0.263
19	0.287	0.392	39	0.188	0.260
20	0.274	0.379	40	0.185	0.256

表 45　呈正态分布总体抽取的样本偏度及峰度上下限临界值表

样本含量	偏度 $[\sqrt{b_1}]$			峰度 $[b_2]$					
	上　限			下　限			上　限		
n	10%	5%	1%	1%	5%	10%	10%	5%	1%
7	0.787	1.008	1.432	1.25	1.41	1.53	3.20	3.55	4.23
10	0.722	0.950	1.397	1.39	1.56	1.68	3.53	3.95	5.00
15	0.648	0.862	1.275	1.55	1.72	1.84	3.62	4.13	5.30
20	0.593	0.777	1.152	1.65	1.82	1.95	3.68	4.17	5.36
25	0.543	0.714	1.073	1.72	1.91	2.03	3.68	4.16	5.30
30	0.510	0.664	0.985	1.79	1.98	2.10	3.68	4.11	5.21
35	0.474	0.624	0.932	1.84	2.03	2.14	3.68	4.10	5.13
40	0.45	0.587	0.870	1.89	2.07	2.19	3.67	4.06	5.04
45	0.43	0.558	0.825	1.93	2.11	2.22	3.65	4.00	4.94
50	0.41	0.534	0.787	1.95	2.15	2.25	3.62	3.99	4.88
70	0.35	0.459	0.673	2.08	2.25	2.35	3.58	3.88	4.61

续表

样本含量	偏度[$\sqrt{b_1}$]				峰度	[b_2]			
	上　限			下　限			上　限		
n	10%	5%	1%	1%	5%	10%	10%	5%	1%
75	0.34	—	—	2.08	2.27			3.87	4.59
100	0.30	0.389	0.567	2.18	2.35	2.44	3.52	3.77	4.39
125	--	0.350	0.508	2.24	2.40	2.50	3.48	3.71	4.24
150	0.249	0.321	0.464	2.29	2.45	2.54	3.45	3.65	4.13
175	—	0.298	0.430	2.33	2.48	2.57	3.42	3.61	4.05
200	0.217	0.280	0.403	2.37	2.51	2.59	3.40	3.57	3.98
250	—	0.251	0.360	2.42	2.55	2.63	3.36	3.52	3.87
300	0.178	0.230	0.329	2.46	2.59	2.66	3.34	3.47	3.79
400	--	0.200	0.285	2.52	2.64	2.70	3.30	3.41	3.67
500	0.139	0.179	0.255	2.57	2.67	2.73	3.27	3.37	3.60
700	—	0.151	0.215	2.62	2.72	2.77	3.23	3.31	3.50
1 000	0.099	0.127	0.180	2.68	2.76	2.81	3.19	3.26	3.41
2 000	0.070	0.090	0.127	2.77	2.83	2.86	3.14	3.18	3.28

由于$\sqrt{b_1}$的抽样分布以 0 为中心，两边对称，所以，$\sqrt{b_1}$的下限值则为表中相应数的负值
(—)表示该数值仍未知

表 46　极差与标准差比值临界值表

(R/s临界值表)

样本含量	下　限						上　限					
	显著性水平α											
n	0.000	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.000
3	1.732	1.735	1.737	1.745	1.758	1.782	1.997	1.999	2.000	2.000	2.000	2.000
4	1.732	1.83	1.87	1.93	1.98	2.04	2.409	2.429	2.439	2.445	2.447	2.449
5	1.826	1.98	2.02	2.09	2.15	2.22	2.712	2.753	2.782	2.803	2.813	2.828
6	1.826	2.11	2.15	2.22	2.28	2.37	2.949	3.012	3.056	3.095	3.115	3.162
7	1.871	2.22	2.26	2.33	2.40	2.49	3.143	3.222	3.282	3.338	3.369	3.464
8	1.871	2.31	2.35	2.43	2.50	2.59	3.308	3.399	3.471	3.543	3.585	3.742
9	1.897	2.39	2.44	2.51	2.59	2.68	3.449	3.552	3.634	3.720	3.772	4.000
10	1.897	2.46	2.51	2.59	2.67	2.76	3.57	3.685	3.777	3.875	3.935	4.243
11	1.915	2.53	2.58	2.66	2.74	2.84	3.68	3.80	3.903	4.012	4.079	4.472
12	1.915	2.59	2.64	2.72	2.80	2.90	3.78	3.91	4.02	4.134	4.208	4.690
13	1.927	2.64	2.70	2.78	2.86	2.96	3.87	4.00	4.12	4.244	4.325	4.899
14	1.927	2.70	2.75	2.83	2.92	3.02	3.95	4.09	4.21	4.34	4.431	5.099
15	1.936	2.74	2.80	2.88	2.97	3.07	4.02	4.17	4.29	4.44	4.53	5.292
16	1.936	2.79	2.84	2.93	3.01	3.12	4.09	4.24	4.37	4.52	4.62	5.477
17	1.944	2.83	2.88	2.97	3.06	3.17	4.15	4.31	4.44	4.60	4.70	5.657
18	1.944	2.87	2.92	3.01	3.10	3.21	4.21	4.37	4.51	4.67	4.78	5.831
19	1.949	2.90	2.96	3.05	3.14	3.25	4.27	4.43	4.57	4.74	4.85	6.000
20	1.949	2.94	2.99	3.09	3.18	3.29	4.32	4.49	4.63	4.80	4.91	6.164
25	1.961	3.09	3.15	3.24	3.34	3.45	4.53	4.71	4.87	5.06	5.19	6.93
30	1.966	3.21	3.27	3.37	3.47	3.59	4.70	4.89	5.06	5.26	5.40	7.62
35	1.972	3.32	3.38	3.48	3.58	3.70	4.84	5.04	5.21	5.42	5.57	8.25
40	1.975	3.41	3.47	3.57	3.67	3.79	4.96	5.16	5.34	5.56	5.71	8.83
45	1.978	3.49	3.55	3.66	3.75	3.88	5.06	5.26	5.45	5.67	5.83	9.38
50	1.980	3.56	3.62	3.73	3.83	3.95	5.14	5.35	5.54	5.77	5.93	9.90
55	1.982	3.62	3.69	3.80	3.90	4.02	5.22	5.43	5.63	5.86	6.02	10.39
60	1.983	3.68	3.75	3.86	3.96	4.08	5.29	5.51	5.70	5.94	6.10	10.86
65	1.985	3.74	3.80	3.91	4.01	4.14	5.35	5.57	5.77	6.01	6.17	11.31
70	1.986	3.79	3.85	3.96	4.06	4.19	5.41	5.63	5.83	6.07	6.24	11.75
75	1.987	3.83	3.90	4.01	4.11	4.24	5.46	5.68	5.88	6.13	6.30	12.17
80	1.987	3.88	3.94	4.05	4.16	4.28	5.51	5.73	5.93	6.18	6.35	12.57

续表

样本含量 n	下限						上限					
	显著性水平α											
	0.000	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.000
85	1.988	3.92	3.99	4.09	4.20	4.33	5.56	5.78	5.98	6.23	6.40	12.96
90	1.989	3.96	4.02	4.13	4.24	4.36	5.60	5.82	6.03	6.27	6.45	13.34
95	1.990	3.99	4.06	4.17	4.27	4.40	5.64	5.86	6.07	6.32	6.49	13.71
100	1.990	4.03	4.10	4.21	4.31	4.44	5.68	5.90	6.11	6.36	6.53	14.07
150	1.993	4.32	4.38	4.48	4.59	4.72	5.96	6.18	6.39	6.64	6.82	17.26
200	1.995	4.53	4.59	4.68	4.78	4.90	6.15	6.39	6.60	6.84	7.01	19.95
500	1.998	5.06	5.13	5.25	5.37	5.49	6.72	6.94	7.15	7.42	7.60	31.59
1 000	1.999	5.50	5.57	5.68	5.79	5.92	7.11	7.33	7.54	7.80	7.99	44.70

表47 正态偏差(x)与平均偏差(a)表

q(%)	X	a	q(%)	X	a	q(%)	X	a
0.01	3.791	3.960	0.42	2.636	2.947	0.83	2.395	2.728
0.02	3.540	3.790	0.43	2.628	2.939	0.84	2.391	2.724
0.03	3.432	3.687	0.44	2.620	2.932	0.85	2.387	2.720
0.04	3.353	3.613	0.45	0.612	2.925	0.86	2.382	2.716
0.05	3.291	3.554	0.46	2.605	2.918	0.87	2.378	2.712
0.06	3.239	3.507	0.47	2.597	2.911	0.88	2.374	2.703
0.07	3.195	3.464	0.48	2.590	2.905	0.89	2.370	2.704
0.08	3.156	3.429	0.49	2.583	2.898	0.90	2.366	2.701
0.09	3.121	3.397	0.50	2.576	2.892	0.91	2.361	2.697
0.10	3.090	3.367	0.51	2.569	2.886	0.92	2.357	2.693
0.11	3.062	3.341	0.52	2.562	2.880	0.93	2.353	2.690
0.12	3.036	3.317	0.53	2.556	2.873	0.94	2.349	2.686
0.13	3.012	3.294	0.54	2.549	2.868	0.95	2.346	2.683
0.14	2.989	3.273	0.55	2.543	2.862	0.96	2.342	2.679
0.15	2.968	3.253	0.56	2.536	2.856	0.97	2.338	2.676
0.16	2.948	3.234	0.57	2.530	2.850	0.98	2.334	2.672
0.17	2.929	3.217	0.58	2.524	2.845	0.99	2.330	2.669
0.18	2.911	3.201	0.59	2.518	2.839	1.00	2.326	2.665
0.19	2.894	3.185	0.60	2.512	2.834	1.01	2.323	2.662
0.20	2.878	3.170	0.61	2.506	2.829	1.02	2.319	2.658
0.21	2.863	3.156	0.62	2.501	2.823	1.03	2.315	2.655
0.22	2.848	3.142	0.63	2.495	2.818	1.04	2.312	2.652
0.23	2.834	3.129	0.64	2.489	2.813	1.05	2.308	2.649
0.24	2.820	3.117	0.65	2.484	2.808	1.06	2.304	2.645
0.25	2.807	3.104	0.66	2.478	2.803	1.07	2.301	2.642
0.26	2.794	3.093	0.67	2.473	2.798	1.08	2.297	2.639
0.27	2.782	3.081	0.68	2.468	2.793	1.09	2.294	2.636
0.28	2.770	3.070	0.69	2.462	2.789	1.10	2.290	2.633
0.29	2.759	3.060	0.70	2.457	2.784	1.11	2.287	2.630
0.30	2.748	3.050	0.71	2.452	2.779	1.12	2.283	2.627
0.31	2.737	3.040	0.72	2.447	2.775	1.13	2.280	2.624
0.32	2.727	3.030	0.73	2.442	2.770	1.14	2.277	2.621
0.33	2.716	3.021	0.74	2.437	2.766	1.15	2.273	2.618
0.34	2.706	3.012	0.75	2.432	2.761	1.16	2.270	2.615
0.35	2.697	3.003	0.76	2.428	2.757	1.17	2.267	2.612
0.36	2.687	2.994	0.77	2.423	2.753	1.18	2.264	2.609
0.37	2.678	2.986	0.78	2.418	2.748	1.19	2.260	2.606
0.38	2.669	2.978	0.79	2.414	2.744	1.20	2.257	2.603
0.39	2.661	2.969	0.80	2.409	2.740	1.21	2.254	2.600
0.40	2.652	2.962	0.81	2.404	2 736	1.22	2.251	2.597
0.41	2.644	2.954	0.82	2.400	2.732	1.23	2.248	2.594

续表

q(%)	X	a	q(%)	X	a	q(%)	X	a
1.24	2.244	2.591	1.74	2.111	2.472	4.4	1.706	2.116
1.25	2.241	2.589	1.75	2.108	2.470	4.5	1.695	2.106
1.26	2.238	2.586	1.76	2.106	2.467	4.6	1.685	2.097
1.27	2.235	2.583	1.77	2.104	2.465	4.7	1.675	2.088
1.28	2.232	2.580	1.78	2.101	2.463	4.8	1.665	2.080
1.29	2.229	2.578	1.79	2.099	2.461	4.9	1.655	2.071
1.30	2.226	2.575	1.80	2.097	2.459	5.00	1.645	2.063
1.31	2.223	2.572	1.81	2.095	2.457	5.10	1.635	2.054
1.32	2.220	2.570	1.82	2.092	2.455	5.20	1.626	2.046
1.33	2.217	2.567	1.83	2.090	2.453	5.30	1.616	2.038
1.34	2.214	2.564	1.84	2.088	2.451	5.40	1.607	2.030
1.35	2.211	2.562	1.85	2.086	2.449	5.50	1.598	2.023
1.36	2.209	2.559	1.86	2.084	2.447	5.60	1.589	2.015
1.37	2.206	2.557	1.87	2.081	2.445	5.70	1.580	2.007
1.38	2.203	2.554	1.88	2.079	2.444	5.80	1.572	2.000
1.39	2.200	2.552	1.89	2.077	2.442	5.90	1.563	1.993
1.40	2.197	2.549	1.90	2.075	2.440	6.00	1.555	1.985
1.41	2.194	2.547	1.91	2.073	2.438	6.10	1.546	1.978
1.42	2.192	2.544	1.92	2.071	2.436	6.20	1.538	1.971
1.43	2.189	2.542	1.93	2.068	2.434	6.30	1.530	1.964
1.44	2.186	2.539	1.94	2.066	2.432	6.40	1.552	1.957
1.45	2.183	2.537	1.95	2.064	2.430	6.50	1.514	1.951
1.46	2.181	2.534	1.96	2.062	2.428	6.60	1.505	1.944
1.47	2.178	2.532	1.97	2.060	2.426	6.70	1.499	1.937
1.48	2.175	2.529	1.98	2.058	2.425	6.80	1.491	1.931
1.49	2.173	2.527	1.99	2.056	2.423	6.90	1.483	2.924
1.50	2.170	2.525	2.00	2.054	2.421	7.0	1.476	1.918
1.51	2.197	2.522	2.10	2.034	2.403	7.1	1.468	1.912
1.52	2.165	2.520	2.20	2.014	2.386	7.2	1.461	1.906
1.53	2.162	2.518	2.30	1.995	2.369	7.3	1.454	1.899
1.54	2.160	2.515	2.40	1.977	2.353	7.4	1.447	1.893
1.55	2.157	2.513	2.50	1.960	2.338	7.5	1.440	1.887
1.56	2.155	2.511	2.60	1.943	2.323	7.6	1.433	1.881
1.57	2.152	2.508	2.70	1.927	2.309	7.7	1.426	1.876
1.58	2.149	2.506	2.8	1.911	2.295	7.8	1.419	1.870
1.59	2.147	2.504	2.9	1.896	2.281	7.9	1.412	1.864
1.60	2.144	2.502	3.0	1.881	2.268	8.0	1.405	1.858
1.61	2.142	2.499	3.1	1.866	2.255	8.1	1.398	1.853
1.62	2.139	2.497	3.2	1.852	2.243	8.2	1.392	1.847
1.63	2.137	2.495	3.3	1.838	2.231	8.3	1.385	1.842
1.64	2.135	2.493	3.4	1.825	2.219	8.4	1.379	1.836
1.65	2.132	2.461	3.5	1.812	2.208	8.5	1.372	1.831
1.66	2.130	2.489	3.6	1.799	2.197	8.6	1.366	1.825
1.67	2.127	2.486	3.7	1.787	2.186	8.7	1.359	1.820
1.68	2.125	2.484	3.8	1.774	2.175	8.8	1.353	1.815
1.69	2.122	2.482	3.9	1.762	2.165	8.9	1.347	1.810
1.70	2.120	2.480	4.0	1.751	2.154	9.0	1.341	1.804
1.71	2.118	2.478	4.1	1.739	2.144	9.1	1.335	1.799
1.72	2.115	2.476	4.2	1.728	2.135	9.2	1.329	1.794
1.73	2.113	2.474	4.3	1.717	2.125	9.3	1.323	1.789

续表

q(%)	X	a	q(%)	X	a	q(%)	X	a
9.4	1.317	1.784	14.3	1.067	1.579	19.2	0.871	1.422
9.5	1.311	1.779	14.4	1.063	1.575	19.3	0.867	1.420
9.6	1.305	1.774	14.5	1.058	1.572	19.4	0.863	1.417
9.7	1.299	1.769	14.6	1.054	1.568	19.5	0.860	1.414
9.8	1.298	1.765	14.7	1.049	1.565	19.6	0.856	1.411
9.9	1.237	1.760	14.8	1.045	1.561	19.7	0.852	1.408
10.0	1.282	1.755	14.9	1.041	1.558	19.8	0.849	1.405
10.1	1.276	1.750	15.0	1.036	1.554	19.9	0.845	1.403
10.2	1.270	1.746	15.1	1.032	1.551	20.0	0.842	1.400
10.3	1.265	1.741	15.2	1.028	1.548	20.1	0.838	1.397
10.4	1.259	1.736	15.3	1.024	1.544	20.2	0.834	1.394
10.5	1.254	1.732	15.4	1.019	1.541	20.3	0.831	1.391
10.6	1.248	1.727	15.5	1.015	1.537	20.4	0.827	1.389
10.7	1.243	1.723	15.6	1.011	1.534	20.5	0.824	1.386
10.8	1.237	1.718	15.7	1.007	1.531	20.6	0.820	1.383
10.9	1.232	1.714	15.8	1.003	1.527	20.7	0.817	1.381
11.0	1.227	1.709	15.9	0.999	1.524	20.8	0.813	1.378
11.1	1.221	1.705	16.0	0.994	1.521	20.9	0.810	1.375
11.2	1.216	1.701	16.1	0.990	1.517	21.0	0.806	1.372
11.3	1.211	1.696	16.2	0.986	1.514	22.0	0.772	1.346
11.4	1.206	1.692	16.3	0.982	1.511	23.0	0.739	1.320
11.5	1.200	1.688	16.4	0.978	1.508	24.0	0.706	1.295
11.6	1.195	1.684	16.5	0.974	1.504	25.0	0.674	1.271
11.7	1.190	1.679	16.6	0.970	1.501	26.0	0.643	1.248
11.8	1.185	1.675	16.7	0.966	1.498	27.0	0.613	1.225
11.9	1.180	1.671	16.8	0.962	1.495	28.0	0.583	1.202
12.0	1.175	1.667	16.9	0.958	1.492	29.0	0.553	1.180
12.1	1.170	1.663	17.0	0.954	1.489	30.0	0.524	1.159
12.2	1.165	1.659	17.1	0.950	1.485	31.0	0.496	1.138
12.3	1.160	1.655	17.2	0.946	1.482	32.0	0.468	1.118
12.4	1.155	1.651	17.3	0.942	1.479	33.0	0.440	1.097
12.5	1.150	0.647	17.4	0.938	1.476	34.0	0.412	1.078
12.6	1.146	1.643	17.5	0.935	1.473	35.0	0.385	1.058
12.7	1.141	1.639	17.6	0.931	1.470	36.0	0.358	1.039
12.8	1.136	1.635	17.7	0.927	1.467	37.0	0.332	1.020
12.9	1.131	1.631	17.8	0.923	1.464	38.0	0.305	1.002
13.0	1.126	1.627	17.9	0.919	1.461	39.0	0.279	0.984
13.1	1.122	1.623	18.0	0.915	1.458	40.0	0.253	0.966
13.2	1.117	1.620	18.1	0.912	1.455	41.0	0.228	0.948
13.3	1.112	1.616	18.2	0.908	1.452	42.0	2.202	0.931
13.4	1.108	1.612	18.3	0.904	1.449	43.0	0.176	0.913
13.5	1.103	1.608	18.4	0.900	1.446	44.0	0.151	0.896
13.6	1.098	1.605	18.5	0.896	1.443	45.0	0.126	0.880
13.7	1.094	1.601	18.6	0.893	1.440	46.0	0.100	0.863
13.8	1.089	1.597	18.7	0.889	1.437	47.0	0.075	0.846
13.9	1.085	1.593	18.8	0.885	1.434	48.0	0.050	0.830
14.0	1.080	1.590	18.9	0.882	1.431	49.0	0.025	0.814
14.1	1.076	1.586	19.0	0.878	1.428	50.0	0.000	0.798
14.2	1.071	1.583	19.1	0.874	1.425			

表48　Γ 函数数值表

n	Γ(n)	n	Γ(n)
1.00	1.000 0	1.60	0.893 5
1.10	0.951 4	1.70	0.908 6
1.20	0.918 2	1.80	0.931 4
1.30	0.897 5	1.90	0.961 8
1.40	0.887 3	2.00	1.000 0
1.50	0.886 2		

注：当n<1, n>2 时，用下面递推公式计算：

$\Gamma(n+1)=n\Gamma(n)$, $\Gamma(n)=\dfrac{\Gamma(n+1)}{n}$

例1　$\Gamma(3.2)=?$

$\Gamma(3.2)=\Gamma(2.2+1)=2.2\Gamma(2.2)$

$=2.2\Gamma(1.2+1)=2.2\times1.2\Gamma(1.2)$

查表，$\Gamma(1.2)=0.918\,2$，则$\Gamma(3.2)=2.4$

例2　$\Gamma(0.4)=?$

$\Gamma(0.4)=\dfrac{\Gamma(0.4+1)}{0.4}=\dfrac{\Gamma(1.4)}{0.4}$

查表，$\Gamma(1.4)=0.887\,3$

$\Gamma(0.4)=2.218$

表49　本书通用符号与缩写

(1) 本表仅包括本书各条目的通用符号，凡仅在个别条目出现而又不多用者，详见有关条目。

(2) 参数用希腊字母表示，统计量用拉丁字母表示。

(3) 英文术语(名词)的缩写，不用缩写点。

(4) 符号上有短横"-"者表示平均。

(5) 符号上有"∧"者表示估计值。

(6) 同一字母在不同场合可代表不同意义。

拉 丁 字 母

符　号	名　称
A	x^2检验中的实际频数
AR	归因危险度
a,b,c,d	四格表中的实际频数
a	样本回归直线在Y轴上的截距
b	样本回归系数，区组数
b′	标准化回归系数
b_i	样本偏回归系数
C, c	校正数；常量；x^2检验中的列(栏)数
CI	可信区间
CL	可信限
CV	变异系数
d	两数之差值
$\bar{d}$	差值的均数
d_{yi}	决定系数
E	预期频数
E( )	期望值
ED_{50}	半数效量
F	F检验的统计量；理论频数
$F_{\alpha(\nu_1,\nu_2)}$	F界值
F(X)	连续型分布函数
f(X)	连续型分布密度函数，密度

符　号	名　称
f	观察频数，实际频数
G	几何均数；调和均数；对数似然比检验的统计量
H	H检验的统计量
H_0	检验假设，无效假设
H_1	备择假设
i	组距；行次
i,j,k,p	常用作下标，表示行、列顺序
k	组数
L	下限，似然函数
LD_{50}	半数致死量
i_{ij}	离均差平方和
i_{ij}	离均差积和
M	中位数
MS	均方
m	自变量的个数(指标数)
N	有限总体含量；各样本含量的总和
N(0,1)	标准正态分布
$N(\mu,\sigma^2)$	均数为μ方差为σ^2的正态分布
n	样本含量；各样本含量的总和
O	观察值
OR	比数比

符 号	名 称
P	概率
P(1)	单侧检验的概率
P(2)	双侧检验的概率
P_x	第x百分位数
P(X)	离散型分布函数
p(X)	离散型概率函数
p	样本率,指标数(自变量个数)
q	多个样本间两两比较的统计量,1－p
R	极差;样本复相关系数;x^2检验中的行数,危险度
R_i	第i组的秩和
r	样本相关系数
$r_{ij \cdot k \cdots m}$	将变量$X_{k \cdots m}$固定后,变量X_i与X_j的样本偏相关系数
r_k	样本等级相关系数(Kendall)
r_s	样本等级相关系数(Spearman)
RR	相对危险度
s	样本标准差
s^2	样本方差
s_a	样本回归直线在Y轴上截距的标准误
s_b	样本回归系数的标准误
$s_{b_1-b_2}$	两样本回归系数差的标准误
s_{bj}	样本偏回归系数的标准误
s_c^2	合并样本方差
s_d	(样本)差值的标准差
$s_{\bar{d}}$	(样本)差值均数的标准误
s_p	样本率的标准误
$s_{p_1-p_2}$	两样本率差的标准误
$s_{r_{ij \cdot k \cdots m}}$	样本偏相关系数的标准误
s_x	变换量的标准差
$s_{\bar{x}}$	样本均数的标准误,变换量均数的标准误
$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$	两样本均数差的标准误
s_Y	应(因)变量Y的标准差
$s_{\hat{Y}}$	回归(估计)值$\hat{Y}$的标准误
$s_{Y \cdot X}$	直线回归的剩余标准差
$s_{Y \cdot 1,2 \cdots m}$	多元回归的剩余标准差
S(t)	存活率
SD	标准差
SE	标准误
SS	离均差平方和;平方和
T	x^2检验的理论频数;Wilcoxon秩和检验的统计量
TL	容许限
t	t检验的统计量
$t_{\alpha,\nu}$	t的界值
t,	相同秩次的个数
U	上限
u	标准正态变量;标准正态(离)差;u检验的统计量
u_α	u的界值
V( )	方差
w	权数;彻出
X	变量;变量值,观察值;回归中的自变量,观察数
x	X变换后的变量或变量值
X_i	变量X的第i个观察值;第i个变量
X_{ij}	第i行第j列的变量值或观察值
$X_{i.}$, $X_{.j}$	行、列观察值之和
X_0	假定均数
$\bar{X}$	样本均数
Y	变量;变量值,观察值;回归中的应(因)变量
y	Y变换后的变量或变量值
Y_i	变量Y的第i个观察值
$\hat{Y}$	应(因)变量Y的估计值,回归值
$\bar{Y}$	样本均数
Z,z	标准正态曲线的离差
Z_1, Z_2	第一,第二主成分

希腊字母

符 号	名 称
α	检验水准,显著性水准;第一类错误的概率
α^*	总体回归直线在Y轴上的截距
$1-\alpha$	可信度,置信度
β	第二类错误的概率;总体回归系数
$1-\beta$	检验效能,把握度
$\Gamma(\alpha)$	伽玛函数
γ	偏态系数
λ	Poisson分布的均数,特征根
μ	总体均数
μ_d	差值的总体均数
ν	自由度
Π	求积的符号
π	总体率,圆周率
π_1、π_2	两种毒物合用时剂量比
ρ	总体相关系数;等效剂量比
Σ	求和的符号,方差矩阵
σ	总体标准差
σ^2	总体方差
$\sigma_{\bar{x}}^2$	样本均数的理论方差
$\sigma_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}^2$	两样本均数之差的理论方差
σ_t	t时失效总数
χ^2	χ^2检验的统计量
$\chi_{\alpha,\nu}^2$	χ^2的界值
χ_c^2	校正的χ^2统计量

略语检索

A

ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists 美国政府工业卫生学家会议
ADI acceptable daily intake 每日容许摄入量
AED Atomic emission detector 微波亲离子体原子发射光谱色谱检测器
δ-ALA δ-amino-γ-levulinic acid δ-氨基-γ-酮戊酸
δ-ALA-D δ-amino-γ-levulinic acid dehydrogenase δ-氨基-γ-酮戊酸脱氢酶
AR attributive risk 归因危险度
ARR adjusted relative risk 校正相对危险度
ASFR age-specific fertility rate 年龄别育龄妇女生育率
ASIAR age-specific induced abortion rate 年龄别育龄妇女人流率
ASMR age-specific marriage rate 年龄别结婚率
AUPHA Association of University Programs in Health Administration 美国全国卫生管理大学教育联合会

B

BaP benzopyrene 苯并(a)芘
BBA born before arrival 先产
BEIS biological exposure indices 生物接触指数
BELS biological exposure limits 生物接触限值
BHA butylated hydroxyanisole 丁基羟基茴香醚
BHT butyl hydroxyl toluene 丁基羟基甲苯
BHT butylated hydroxytoluene 丁基羟基甲苯
BOD biochemical oxygen demand 生化需氧量
BPD biparietal diameter 胎头双顶径
BST breast stimulating test 乳头刺激试验

C

CaBP calcium binding protein 钙结合蛋白
CBR community-based rehabilitation 社区康复
CBR crude birth rate 粗出生率
CCYP crude couple-years of protection 粗夫妻保护年
CDC Center for Disease Control 疾病控制中心
CEDC Center of Ergonomics of Developing Countries 发展中国家工效学中心
CIAR crude induced abortion rate 粗人流率
CMR crude marriage rate 粗结婚率
COD chemical oxygen demand 化学需氧量
CRR crude relative risk 粗相对危险度
CSDR child survival and development revolution 儿童生存和发育革命

D

DDT dichlorodiphenyl trichloroethane 二氯二苯三氯乙烷
DHEA-S dehydro-epiandrosterone-sulfate stress test 硫酸脱氢表雄酮负荷试验
DHHS Department of Health and Human Service 卫生和人类服务部(美国)
DHSS Department of Health and Social Security 卫生及社会安全部(英国)
DIC disseminated intravascular coagulation 播散性血管内凝血
DRG diagnosis related groups 诊断有关的组织

E

E_2 estradiol 雌二醇
E_3 estriol 雌三醇
EADR equivalent average death rate 平均加权死亡率
EAPHSS European Association of Program in Health Services 欧洲卫生服务研究大学教育协会
ED_{50} effective dose 50 半数有效量
EPTA expanded program of technical association 联合国技术援助扩大计划
ETU ethylene thiourea 乙撑硫脲

F

FAD flavin adenine dinucleotide 黄素腺嘌呤二核苷酸
FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations 联合国粮食及农业组织,粮农组织
FDA Food and Drug Administration (美国)食品与药品管理局
FDP fibrinogen degradation product 纤维蛋白原降解产物
FEP free erythrocyte protoporphyrin 红细胞内游离原卟啉
FEP free erythrocyte protoporphyrin 红细胞原卟啉
FHC primary health care 初级卫生保健
FMN flavin mononucleotide 黄素单核苷酸

FRC-GP Fellow of Royal College of General Practitioner 英国皇家通(全)科学会院士
FRCP Fellow of Royal College of physician 英国皇家内科学会院士
FSH follicle stimulating hormone 卵泡刺激素

G

GEMS global environmental monitoring system 全球环境监测系统
GFR general fertility rate 育龄妇女生育率
GIAR general induced abortion rate 育龄妇女人流率
GMAT graduate management admission test 研究生管理入学考试
GMP good manufacturing practice 药品生产质量管理规范制度
GMR general marriage rate 普通结婚率
GNP gross national products 国民生产总值
GnRH gonadotropin releasing hormone 下丘脑促性腺激素释放激素
GP general practitioner 通(全)科医师
GRR gross reproductive rate 粗再生产率

H

HbCO carboxyl hemoglobin 碳氧血红蛋白
hCG human chorionic gonadotropic hormone 绒毛膜促性腺激素
HFA Health for all by the year 2000 2000年人人享有卫生保健
HMO Health Maintenance Organization 健康维护组织
HPL human placental lactogen 胎盘泌乳素
HRP Special Programme of Research, Development and Research Training in Human Reproduction 世界卫生组织人类生殖研究、发展和研究培训特殊规划署
HVH human virus simple herpes 人类疱疹病毒

I

IARB induced abortion ratio to living birth 人工流产活产相对比
IARC International Agency of Research of Cancer 国际癌症研究中心
IARP induced abortion ratio to known pregnancy 人工流产构成比
IBRD International Bank for Reconstruction and Development 国际复兴开发银行
ICBDMS International Clearinghouse for Birth Defects Monitoring Systems 国际出生缺陷监测系统情报交换所
ICD international classification of diseases 国际疾病分类
ICP inductively coupled plasma emission spectrometry 等离子体发射光谱法
ICRC International Committee of the Red Cross 红十字国际委员会
ICRP International Committee of Radiation Protection 国际放射防护委员会
IDA International Development Association 国际开发协会
IEA International Ergonomics Association 国际人类工效协会
Ig immunoglobulin 免疫球蛋白
ILO International Labor Organization 国际劳工组织
IRC International Red Cross 国际红十字会
ISO International Standardization Organization 国际标准化组织
IUD intrauterine device 宫内节育器
IUGR intrauterine growth retardation 胎儿宫内生长迟缓

J

JMA Japanese Medical Association 日本医学会

L

LC_{50} lethal concentration 50 半数致死浓度
LD lethal dose 致死量
LD_{50} lethal dose 50 半数致死量
LH luteinizing hormone 黄体生成激素
LLR life lost rate 减寿率
LMI late marriage index 晚婚指数
L/s lecithin/sphingomyelin ratio 卵磷脂/鞘磷脂比值
LSD lysergic acid diethylamide 麦角酰二乙胺

M

MAC maximum allowable concentration 最高容许浓度
MAS meconian aspiration syndrome 胎粪吸入综合征
MBA master of business administration 工商管理硕士
MCH mean corpuscular hemoglobin 红细胞平均血红蛋白
MCHC mean corpscular hemoglobin concentration 红细胞平均血红蛋白浓度
MCV mean corpuscular volume 红细胞平均体积
χ^2_{M-H}法Mantel-Haenszel χ^2 method Mantel-Haenszel 卡方检验
MHb metahemoglobin 高铁血红蛋白
MLD minimal lethal dose 最小致死量
MPH Master of public health 公共卫生硕士
MRCP Member of Royal College of Physician 英国皇家内科学会会员
MRCPath Member of Royal College of Pathology 英国皇家病理学会会员
MRCS Member of Royal College of Surgeon 英国皇家外科学会会员
MW microwave 微波

N

NAD nicotinamide adenine dinucleotide 辅酶Ⅰ
NCHS National Center of Health Statistics (美国)国家卫生统计中心
NDMA N-nitrosodimethylamine N-二甲基亚硝胺
NIH National Institute of Health 国立卫生研究院
NRR net reproductive rate 净再生产率

O

OCT oxytocin challenge test 催产素激发试验

OR odds ratio 比数比

P

PAH polycyclic aromatic hydrocarbon 多环芳香烃
PBG porphibilinogen 卟胆原
PCB polychlorinated biphenyl 多氯联苯类
PG phosphatidyl glycerol 磷脂酰甘油
PG propyl gallate 没食子酸丙酯
PIF prolactin inhibiting factor 生乳抑制因子
PMR proportional mortality ratio 比例死亡比
PRL prolactin 生乳激素
PTH parathyroid hormone 甲状旁腺激素
PYLL potential year lost of life 减寿年数

R

RBP retinal binding protein 视黄醇结合蛋白
RBP-PA retinal binding protein-prealbumin 视黄醇结合蛋白—前蛋白复合物
RD rate difference 率差
RDA recommended daily allowance 推荐的每日膳食供给量
RDS respiratory distress syndrome 新生儿呼吸窘迫综合征
RI Rehabilitation International 国际康复协会
RR relative risk 相对危险度

S

SCE sister chromatid exchange 姊妹染色体交换
SCYP standard couple-years of protection 标准夫妻保护年
SEAEA South-east Asia Ergonomics Association 东南亚地区工效学协会
SEN state enrollment nurse 护士(二年制)
SF ferritin 铁蛋白
SFR standardized fertility rate 标化生育率
SHAPE Secretariat for health administration programs in education 全澳卫生管理教育项目
SHb sulfur hemoglobin 硫血红蛋白
SI serum iron 血清铁
SMR standardized mortality ratio 标化死亡率比
SRN state registration nurse 注册护士(三年制)

T

TCDD 2,3,7,8-tetrachloro dibenzo-p-dioxin 四氯二苯对氧芑
TCP technical cooperation planning 技术合作计划
TDI toluene-2,4-diisocyanate 二异氰酸甲苯酯
TFR total fertility rate 总和生育率
TGC Technical Guiding Concentrations 技术参考浓度(美)
TIAR total induced abortion rate 总和人流率
TIBC total iron binding capacity 总铁结合力
TLV threshold limit value 阈限值
TLV-C threshold limit value ceiling 阈限值上限
TLV-STEL threshold limit value-short term exposure limit 短时间接触阈限值
TLV-TWA threshold limit value-time-weighted average 时间加权平均阈限值
TNT trinitrotoluene 三硝基甲苯
TPP thiamine pyrophosphate 焦磷酸硫胺素
TRK Technische Richtkonzentratienen 技术参考浓度(德)
TS transferrin saturation 运铁蛋白饱和度
TWA time-weighted average 时间加权平均(浓度)

U

UV ultraviolet 紫外线
UNDP United Nations Development Programme 联合国开发计划署
UN/DTCD UN Department of Technical Cooperation for Development 联合国技术合作发展部
UNEP United Nations Environmental Programme 联合国环境规划署
UNESCO United Nations Educational,Scientific and Cultural Organization 联合国教育、科学及文化组织,教科文组织
UNFPA United Nations Fund for Population Activities 联合国人口活动基金
UNICEF United Nations International Children Emergency Fund 联合国国际儿童紧急基金
UNIDO United Nations Industrial Development Organization 联合国工业发展组织
UNSF UN Special Funding 联合国特别基金

V

VA hospital veteran administration hospital 退伍军人医院

W

WB World Bank 世界银行
WHO World Health Organization 世界卫生组织
WPPSI Wechsler preschool and primary scale of intelligence 韦克斯勒学前儿童智能量表

Z

ZPP zinc protoporphyrin 锌卟啉

索　引

一 画

二 画

三 画

四 画

五　画

六　画

七　画

八　画

九　画

十 画

十一画

十 二 画

十 三 画

十 四 画

十 五 画

[General Information]
书名=中国医学百科全书　第1卷　预防医学
作者=
页数=955
SS号=11150669
出版日期=